

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Хакасский технический институт  
институт

Автомобильный транспорт и машиностроение  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_ А.Н. Борисенко  
подпись      инициалы, фамилия

« 19 »мая 2016 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов  
код — наименование направления

Оценка показателей работы троллейбусов на городском  
тема  
троллейбусном маршруте №7 (7а) в г. Абакане

Руководитель	_____	<u>доцент, канд. тех. наук</u>	<u>А.В. Олейников</u>
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
Выпускник	_____		<u>А.А. Федотов</u>
	подпись, дата		инициалы, фамилия

Абакан 2016

Продолжение титульного листа БР по теме Оценка показателей работы троллейбусов на городском троллейбусном маршруте №7 (7а) в г. Абакане

Консультанты по разделам:

<u>Исследовательская часть</u> наименование раздела	_____	<u>А.В. Олейников</u> инициалы, фамилия
<u>Оценка величины пассажиропотоков</u> наименование раздела	_____	<u>А.В. Олейников</u> инициалы, фамилия
<u>Нормирование скоростей движения</u> наименование раздела	_____	<u>А.В. Олейников</u> инициалы, фамилия
<u>Заключение на английском языке</u> наименование раздела	_____	<u>Е.В. Танков</u> инициалы, фамилия
<u>Нормоконтролер</u>	_____	<u>А.А. Суетова</u> инициалы, фамилия

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Хакасский технический институт  
институт

Автомобильный транспорт и машиностроение  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_ А.Н. Борисенко  
подпись      инициалы, фамилия

« 19 »мая 2016 г.

**ЗАДАНИЕ  
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ  
в форме бакалаврской работы**

Студенту Федотову Андрею Александровичу

фамилия, имя, отчество

Группа 62-1 Направление (специальность) 23.03.03

номер

код

Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

наименование

Тема выпускной квалификационной работы Оценка показателей работы троллейбусов на городском троллейбусном маршруте №7 7(а) в г. Абакане

Утверждена приказом по университету № 160 от 29.02.2016г.

Руководитель ВКР А.В. Олейников, к.т.н., доцент кафедры АТиМ

инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы

Исходные данные для ВКР Остановочные пункты троллейбусного маршрута № 7(7а), маршрут и траектория движения троллейбусного маршрута, настоящий график работы троллейбусного маршрута.

Перечень разделов ВКР Глава 1 – исследовательская часть, глава 2 – оценка величины пассажиропотока, глава 3 – нормирование скоростей и движения.

Перечень графического материала \_\_\_\_\_

Руководитель ВКР

\_\_\_\_\_

подпись

А.В. Олейников

инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению

\_\_\_\_\_

подпись, инициалы и фамилия студента

«     »                      2016 г.

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Оценка показателей работы троллейбусов на городском троллейбусном маршруте №7 в г. Абакане» содержит 80 страниц текстового документа, 1 приложение, 15 использованных источников, 7 листов графической части материала.

**ТРОЛЛЕЙБУСЫ, МЕСТА ПРИТЯЖЕНИЯ, ПАССАЖИРОПОТОК, КОРРЕСПОНДЕНЦИЯ ПАССАЖИРОВ, НОРМИРОВАНИЕ СКОРОСТЕЙ.**

Объект аудита – Муниципальное унитарное предприятие г. Абакана "Троллейбусное управление".

Цели аудита: Оценка показателей работы троллейбусов на городском троллейбусном маршруте №7 (7а) в г. Абакане

Задачи:

1. Оценка и анализ работы предприятия МУП "Троллейбусное управление" на предмет рациональной эксплуатации подвижного состава, а так же повышение организации качества перевозок пассажиров в городе Абакане.
2. Оценка изменения пассажиропотока в зависимости от условий движения в городе Абакане, территориальной организации города.
3. Нормирование скорости и времени движения троллейбусного маршрута №7 (7а) в городе Абакане между остановочными пунктами и на опасных участках маршрута.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
1 Исследовательская часть .....	6
1.1 Описание предприятия .....	6
1.2 Описание маршрута .....	9
1.3 Места притяжения.....	12
2 Оценка величины пассажиропотока .....	18
2.1 Методика оценки величины пассажиропотока .....	18
2.2 Оценка величины пассажиропотока.....	26
2.3 Расчет корреспонденции пассажиров .....	43
3 Нормирование скоростей движения.....	53
3.1 Методика нормирования скоростей .....	53
3.2 Расчет нормирования скоростей.....	59
Список использованных источников .....	79
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	80

## ВВЕДЕНИЕ

Одной из важнейших целей социально-экономического развития России является повышение качества жизни населения. Достижение этой цели связано с обеспечением экономической и национальной безопасности, созданием прочного фундамента конкурентоспособности и рациональной интеграции России в мировое сообщество. Решение этих задач, в свою очередь, невозможно без устойчивого и эффективного функционирования транспортной отрасли как важнейшего компонента производственной и социальной инфраструктуры страны.

В настоящее время автомобильный пассажирский транспорт обеспечивает жизнедеятельность около полутора тысяч городских и двадцати тысяч сельских населенных пунктов, а проблемы пассажирского транспорта выходят далеко за рамки собственно перевозок в городах и пригородных зонах, приобретая общероссийский характер. Рост задержек при перевозках пассажиров ведет к резкому увеличению потерь свободного времени населения, снижению качества его жизни, что порождает социальную напряженность. Такие показатели, как уровень обеспечения транспортной подвижности и уровень транспортной доступности, становятся важнейшими показателями качества жизни населения, особенно в крупных и крупнейших городах России. Одним из основных средств городского пассажирского транспорта является троллейбусная сеть, она представляет важнейшую составную часть производственной инфраструктуры города. В связи с ростом и развитием города увеличивается нагрузка на общественный транспорт, неизбежно возникают проблемы, связанные с оказанием транспортных услуг населению. Поэтому, эффективная организация управления пассажирским электрическим транспортом в инфраструктуре города Абакана, в настоящее время, является своевременной и актуальной.

## 1 Исследовательская часть

### 1.1 Описание предприятия

МУП "Троллейбусное управление" входит в систему жилищно-коммунального хозяйства г. Абакана. Предприятие занимается организацией пассажирских перевозок троллейбусным и автомобильным транспортом по городским маршрутам с целью извлечения прибыли. Также МУП "Троллейбусное управление" осуществляет деятельность по техническому обслуживанию и ремонту подвижного состава, контактно-кабельной сети, тяговых подстанций, средств связи и автоматизации, зданий и сооружений, машин и механизмов, находящихся на балансе предприятия. Основными конкурентами на рынке являются владельцы автобусов малой вместимости, частные предприниматели.

Предприятие находится на северо-западе города Абакана, Республики Хакасия по улице Советская 150, основано в 1976 году.

В настоящее время МУП "Троллейбусное управление" г. Абакана эксплуатирует и имеет на балансе 22 троллейбуса, из них 12 троллейбусов марки "ЗиУ - 682" троллейбусного завода г. Энгельс "Тролза", 6 троллейбусов марки "ВЗТМ" из города Волгограда, один троллейбус марки "БТЗ-5276" Башкирского троллейбусного завода и 3 низкопольных троллейбуса из города Вологды ОАО "Транс-Альфа ЭЛЕКТРО". Количество троллейбусов со сроком эксплуатации до 3-х лет - 4 единицы, с 3-х лет и до 10 лет - 5 единиц, старше 10-ти лет - 12 единиц.

Также хочу представить информацию по основным производственным показателям МУП "Троллейбусное управление", которые представлены в таблицах 1.1 и 1.2.

Таблица 1.1 - Основные производственные показатели МУП "Троллейбусное управление"

Наименование	Единицы измерения	2012	2013	2014	2015
Инвентарное число троллейбусов	ед.	22	22	22	22
Коэффициент использования парка	ед.	0,65	0,8	0,8	0,8
Среднее число машин в движении	ед.	15	18	18	18
Средняя продолжительность работы машин на линии	час.	10,3	10,6	10,6	10,6
Общий пробег	т. км	1049	1155	1155	1155
Мото-часы в движении	м/час	60081	70000	70000	70000
Количество перевезенных пассажиров	т. чел	6086	7400	7400	7400

Таблица 1.2 - Численность персонала и временной режим работы предприятия

Подразделения	Временной режим работы	Количество рабочих, чел.
АУП – Административно управленческий персонал	пятидневная рабочая неделя с 8.00 до 17.00	31
Депо	пятидневная рабочая неделя с 8.00 до 17.00	18
	работа по скользящему графику с продолжительностью рабочей смены 24 часа	16
Депо	пятидневная рабочая неделя с 8.00 до 17.00	2
	работа по скользящему графику с продолжительностью рабочей смены 24 часа	9
Служба эксплуатации	работа по скользящему графику с продолжительностью рабочей смены 10 часа	74



## Окончание таблицы 1.2

Подразделения	Временной режим работы	Количество рабочих, чел.
Автотранспортный цех	работа по скользящему графику с продолжительностью рабочей смены 12 часа	11
АХО - Административно-хозяйственный отдел	пятидневная рабочая неделя с 8.00 до 17.00	8
	работа по скользящему графику с продолжительностью рабочей смены 12 часа	7
Итого:		176

История возникновения и развития МУП г. Абакана "Троллейбусное управление". Строительство троллейбусного транспорта в г. Абакан, начато в 1976 году. По просьбе Совета народных депутатов Хакассской автономной области Красноярского края, к 50 - летию Хакассской автономной области, 8 октября 1980 года Красноярским краевым советом народных депутатов принято решение о создании Абаканского троллейбусного управления.

Объекты пускового троллейбусного транспорта сдавались в эксплуатацию в три очереди. После пуска в эксплуатацию 1 очереди троллейбусного транспорта 31 декабря 1980 года, протяженностью 11 километров контактной сети, вышли на линию 6 троллейбусов по маршруту от депо до ул. Крылова по ул. Советской, Володарского, Пушкина, Щетинкина. 1982 год - от ул. Крылова до 7-го микрорайона (ул. Кати Перекрещенко) по проспекту Дружбы Народов.

2 очередь - в 1983 году, протяженностью 12 километров контактной сети, от Универмага до речного вокзала.

3 очередь - в 1984 году, протяженностью 13 километров контактной сети, от ул. Крылова до аэропорта и от депо, до ПО "Абаканвагонмаш".

В 1986 году была построена контактная сеть, протяженностью - 9 километров по ул. Мира - Аскизская.

К 1989 году в г. Абакан, работало 5 троллейбусных маршрутов, общей протяженностью - 82,6 километра и на линиях работало 42 троллейбуса.

В декабре 1999 года, открыт маршрут в 4 микрорайоне, протяженностью - 18 километров.

В декабре 2005 года, запущена в эксплуатацию контактная сеть, соединяющая район "Полярный" с центром города.

Структура подразделения депо и его назначение.

Организация эксплуатации троллейбусной сети подразумевает ежедневное обслуживание и текущий ремонт подвижного состава для обеспечения его работоспособности, а также обеспечения отстоя троллейбусов во внерабочее время и выполнение всех других функций, связанных с обслуживанием пассажиров, созданием высокопроизводительной работы персонала депо и выполнения мероприятий по повышению безопасности движения.

Организационная структура предприятия МУП "Троллейбусное управление" представлена на рисунке 1.1.

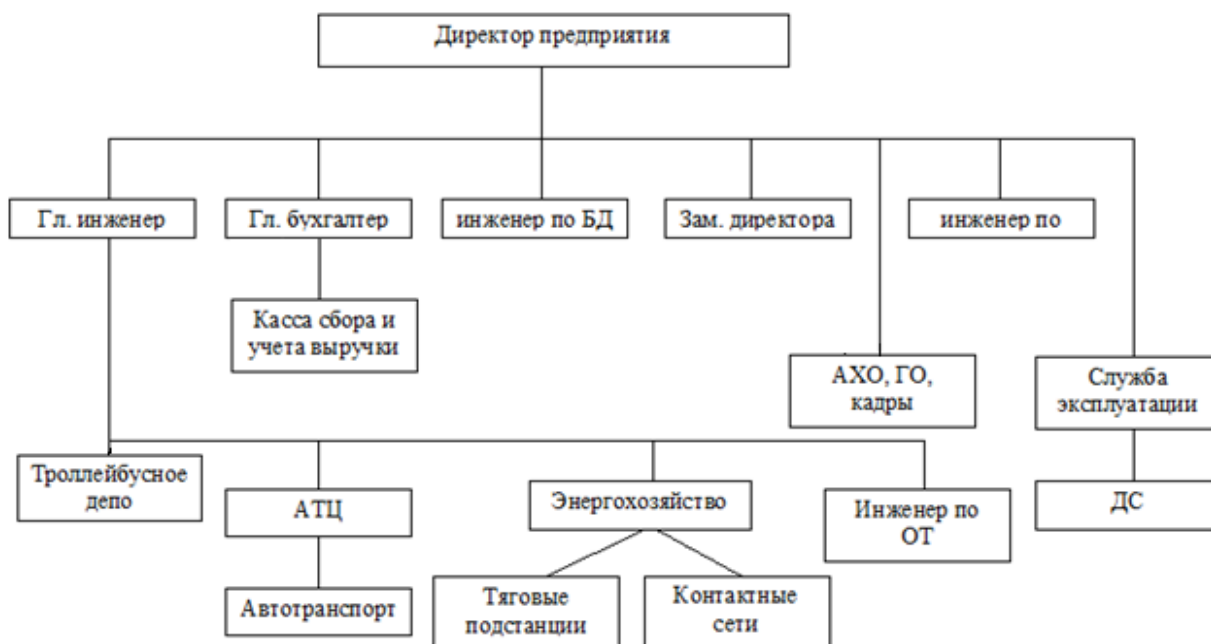


Рисунок 1.1 - Организационная структура МУП «Троллейбусное управление»

В составе организационной структуры предприятия МУП «Троллейбусное управление» имеются следующие элементы:

Директор троллейбусного управления Сметанин Виктор Васильевич, занимающие должность руководителя предприятия.

В непосредственном подчинении руководителя предприятия находятся:

1. Главный инженер управления, Карасев Андрей Юрьевич, отвечающий за подготовку предприятия к обеспечению работоспособности эксплуатируемых троллейбусов, зданий и сооружений, машин, механизмов и оборудования депо, а также руководящий производственным обучением и повышением квалификации работающих. Под его руководством находятся следующие службы:

а) Троллейбусное депо.

б) АТЦ.

в) Энергохозяйство, которое контролирует работу:

- участок контактно-кабельной сети, которой занимается ремонтом, обслуживанием контактной и кабельной сети троллейбусов;

- участок тяговых подстанций, который обеспечивает снабжение электроэнергией линий троллейбусов.

г) Инженер по охране труда.

2. Главный бухгалтер, Сунчугашева Татьяна Николаевна, занимающаяся контролем и учетом финансовой деятельностью по движению материальных ценностей предприятия, составлением необходимых отчетов и балансов, отражающих работу предприятия, учетом и инвентаризации денежных средств и материалов. В её подчинении находится старший экономист Диде-

нина Алла Анатольевна, которая занимается работой по сбору, хранению и учету собранной платы за проезд и передачи их банку, несет ответственность за правильность начисления и своевременную выдачу заработной платы работающим и производство расчетов с бюджетом.

3. Инженер по безопасности движения, Аблаева Надежда Валерьевна, занимающаяся вопросами организации и регулярности движения транспорта при выпуске на линию.

4. Заместитель директора по экономическим вопросам Дорохов Александр Сергеевич, курирующий коммерческие отношения предприятия с другими городскими структурами, предприятиями и агентствами.

5. Инспектор по кадрам, Цекало Лидия Михайловна, выполняет работу по набору, оформлению, расстановке и воспитанию кадров предприятия, занимается вопросами пенсионного обеспечения, ведет учет личного состава, профессиональной квалификации кадров, своевременного предоставления отпусков и учет взысканий и поощрений. Содействует повышению общеобразовательного и профессионального уровня работающих, правильному подбору и эффективному использованию кадров.

6. Инженер по снабжению, Кадышев Геннадий Михайлович, занимающийся бесперебойным обеспечением производственных и служебных подразделений депо: запасными частями, материалами, оборудованием, инвентарем, спецодеждой. Контролем за бережным и рациональным их расходом, организацией работы складов и созданием условий для хранения материальных ценностей на складах. А также осуществлением контроля и учета материальных ценностей, обеспечения нормативными запасами для нормальной деятельности депо.

7. Начальник службы эксплуатации, Коновалов Андрей Михайлович, занимающийся эксплуатацией подвижного состава предприятия.

## **1.2 Описание маршрута**

Городской маршрут №7 осуществляет перевозку пассажиров в прямом направлении от остановочного пункта “Полярная” до конечного остановочного пункта “Складская” и в обратном направлении от остановочного пункта “Складская” до “Полярная”, маршрут совершает перевозку пассажиров согласно настоящему графику работы троллейбусного маршрута (Таблица А1). Маршрут №7 (7а) осуществляет перевозку пассажиров в прямом направлении от остановочного пункта “Полярная” до конечного остановочного пункта “Зоопарк” и в обратном направлении от остановочного пункта “Зоопарк” до “Полярная”.

Троллейбусный маршрут №7 (7а) имеет 2 конечные остановки, что объясняет функционально – территориальной организацией города, его дифференциацией на структурные зоны обладающими характерными типологическими особенностями и основными функциями жизнедеятельности населения в зависимости от места работы, проживания, отдыха и характерных периодов времени суток. Город Абакан дифференцируется на производ-

ственные, селитебные и ландшафтно – рекреационные зоны (см. Пункт 1.3).

Троллейбусный маршрут меняет конечный остановочный пункт “Складская” на остановочный пункт “Зоопарк”, то есть закольцовывается в промежутках времени, когда пассажиропоток на производственные зоны города снижается и движение в том направлении ведет к неэффективному использованию троллейбусной сети. Такая система организации работы маршрута позволяет оптимизировать маршрутную систему распределения пассажиропотока обуславливаемых размером, направлением пассажиропотоков, с учетом характерных периодов.

Так как целью дипломной работы является “Оценка показателей работы троллейбуса маршрута №7 (7а) в городе Абакане”, выбору этой темы способствовала проблема несистематического наложения расписаний разных маршрутов и как следствие их одновременное скопление на центральном остановочном пункте “Главпочтамт”, что приводит к дисбалансу расписания и неудобству для транспортной корреспонденции.

Исследуя эту проблему, мы будем опираться на имеющиеся исходные данные, а именно на паспорт троллейбусного маршрута №7 (7а).

Паспорт троллейбусного маршрута является основным документом, характеризующим: маршрут, наличие линейных сооружений, остановочных пунктов, расстояния между ними, стоимость проезда, состояние дороги, Схему опасных участков маршрута, а также работу пассажирского транспорта на маршруте с момента его открытия.

Ниже представлен паспорт троллейбусного маршрута №7 (7а), а так же их основные характеристики:

1. Троллейбусный маршрут – №7, Полярная – Складская.
2. Вид маршрута – городской.
3. Протяженность маршрута – 19,5 километра.
4. Сезонность работы – постоянная.
5. Дата открытия – 28.12.2005г. Постановлением Мэра г Абакана от 20.12.2005. Решением городским исполнительным комитетом.
6. Путь следования маршрута №7 – ул. Маршала Жукова– ул. Крылова – ул. Щетинкина – ул. Пушкина – Ул. Володарского – Ул. Советская.

Паспорт троллейбусного маршрута №7а.

Основные характеристики маршрута № 7а:

1. Троллейбусный маршрут – №7а, Полярная – Зоопарк.
2. Вид маршрута – городской.
3. Протяженность маршрута – 15,5 километра.
4. Сезонность работы – постоянная.
5. Дата открытия – 28.12.2005г. Постановлением Мэра г Абакана от 20.12.2005. Решением городским исполнительным комитетом.
6. Путь следования маршрута № 7а – ул. Маршала Жукова – ул. Крылова – ул. Щетинкина – ул. Пушкина. – ул. Володарского – ул. Советская – ул.Пушкина.

В таблице 1.3 и 1.4 представлено расстояние между промежуточными остановками маршрута №7 и №7а соответственно.

Таблица 1.3 – Расстояние между промежуточными остановками маршрута №7

Прямое направление			Наименование остановочных пунктов	Обратное направление		
Показание спидометра, км	Расстояние между остановочными пунктами, км	Расстояние от начального пункта, км		Показание спидометра, км	Расстояние между остановочными пунктами, км	Расстояние от начального пункта, км
00065,6		000+0,2	Складская	00083,7	0,6	19,2
00066,5	0,9	1,1	МЖФ	00083,1	0,3	18,6
00066,8	0,3	1,4	АЯН	00082,8	0,4	18,3
00067,3	0,5	1,9	ЮЭС	00082,4	0,7	17,9
00068,2	0,9	2,8	МУП "ТУ"	00081,7	0,2	17,2
00068,6	0,4	3,2	Поликлиника	00081,5	0,5	17,0
00068,0	0,4	3,6	ул. Володарского	00081,0	0,7	16,5
00068,4	0,4	4,0	Мелькомбинат	00080,3	0,4	15,8
			ул. Пушкина	00079,9	0,4	15,4
00069,2	0,8	4,8	Трудовая	00079,5	0,7	15,0
00069,8	0,6	5,4	Ж/Д вокзал	00078,8	0,3	14,3
			Отделение дороги	00078,5	0,8	14,0
00070,8	1,0	6,4	Главпочтамт	00077,7	0,5	13,2
00071,4	0,6	7,0	ул. Чехова	00077,2	0,6	12,7
00071,9	0,5	7,5	ЗАГС	00076,6	0,4	12,1
00072,3	0,4	7,9	Пенсионный фонд	00076,2	0,5	11,7
00072,8	0,5	8,4	Национальная школа	00075,7	0,5	11,2
00073,4	0,6	9,0	Школа №5	00075,2	0,3	10,7
00073,7	0,3	9,3	Автошкола	00074,9	0,4	10,4
00073,9	0,2	9,5	ул. Братская	00074,5	0,1	10,0
00074,4	0,4	9,9	Полярная			

Таблица 1.4 – Расстояние между промежуточными остановками маршрута №7а

Прямое направление			Наименование остановочных пунктов	Обратное направление		
Показание спидометра, км	Расстояние между остановочными пунктами, км	Расстояние от начального пункта, км		Показание спидометра, км	Расстояние между остановочными пунктами, км	Расстояние от начального пункта, км
00067,9		000+0,2	Зоопарк	00081,5	0,4	14,7
00068,2	0,3	0,5	МУП "ТУ"			
00068,6	0,4	0,8	Поликлиника			
			Мясокомбинат	00081,1	0,4	14,3
00068,0	0,4	1,2	ул. Володарского			
			Фермер	00080,7	0,4	13,9
00068,4	0,4	1,6	Мелькомбинат	00080,3	0,4	13,5
			ул. Пушкина	00079,9	0,4	13,1
00069,2	0,8	2,4	Трудовая	00079,5	0,7	12,7
00069,8	0,6	3,1	Ж/Д вокзал	00078,8	0,3	12,0
			Отделение дороги	00078,5	0,8	11,7
00070,8	1,0	4,1	Главпочтамт	00077,7	0,5	10,9
00071,4	0,6	4,7	ул. Чехова	00077,2	0,6	10,4
00071,9	0,5	5,2	ЗАГС	00076,6	0,4	9,8
00072,3	0,4	5,6	Пенсионный фонд	00076,2	0,5	9,4
00072,8	0,5	6,0	Национальная школа	00075,7	0,5	8,9
00073,4	0,6	6,6	Школа №5	00075,2	0,3	8,4
00073,7	0,3	6,9	Автошкола	00074,9	0,4	8,1
00073,9	0,2	7,1	ул. Братская	00074,5	0,2	7,7
00074,4	0,4	7,5	Полярная			

График работы троллейбусного маршрута №7 (7а), утверждённого 01.05.2016г., представлен в приложении А.

Схема маршрута представлена на листе 1 графической части.

### **1.3 Места притяжения**

Периодическое открытие новых пассажирских маршрутов в городе в соответствии с увеличивающимся списочным количеством пассажирских парков и формированием пассажиропотоков в новых жилых и промышленных районах оказывает существенное влияние на функционирование действующей маршрутной системы автобусного транспорта в городах. В связи с этим возникает периодическая необходимость уточнения, совершенствования и оптимизации всей маршрутной системы города в целом.

Одним из основных методов оптимизации маршрутной системы в городе является система, которая подразумевается как взаимосвязанная конфигурация прямых транспортных связей между взаимодействующими конечными основными промежуточными пунктами массового передвижения пассажиров по всей территории города. При этом основным критерием является минимизация пересадочности.

Метод оптимизации предполагает территорию города разбить на транспортные микрорайоны, зоны, которые являются подготовительным этапом для определения корреспонденции и путей связи на территории города. Число и размеры зон выбирают в зависимости от размера территории города и его планировочных особенностей. Чем больше назначено зон, тем точнее будет определена транспортная корреспонденция. Границы зон выбирают с учетом предполагаемого распределения пассажиров по транспортной сети. Границы в основном проходят по точкам, равноудаленным от основных уличных магистралей, на которых предполагается проложить линии пассажирского транспорта.

Производственная зона – предназначена для размещения промышленных предприятий и связанных с ними объектов, комплексов научных учреждений с их опытными производствами, коммунально – складских объектов, объектов инженерной инфраструктуры, сооружений внешнего транспорта, путей внегородского и пригородного сообщений. В ней размещаются основные элементы: промышленные, коммунально – складские, санитарно – защитные.

Общественно - деловая зона – общегородское (районное) социально-культурное обслуживание, административное и хозяйственное управление, кредитно-финансовая и общественная деятельность. Зона подразделяется на несколько видов: 1.центральная, 2.районная, 3.местная, 4.учебная зона.

Селитебная зона (зона расселения населения) – территориальное пространство, предназначенное для реализации бытовых функций населения. В ней размещаются основные элементы: жилищные микрорайоны, кварталы, улицы, дороги, переезды, зеленые насаждения общего пользования.

Ландшафтно – рекреационная зона – зона, в которой находятся места массового отдыха населения, крупные массивы зелени, курортные территории и районы охраняемого ландшафта.

Поездки пассажиров, пользующихся пассажирским транспортом в городах, подразделяются на три группы:

1. Трудовые поездки, связанные с трудовой деятельностью населения (поездки рабочих, служащих и учащихся на работу и учебу, а также с работы или учебы).

2. Культурно – бытовые поездки, связанные с отдыхом, посещением городских культурных центров и бытовых объектов (театров, парков, рынков, магазинов и др.).

3. Поездки, связанные с выездом и прибытием в город (внешние перевозки).

Трудовые поездки совершаются в основном в ранние утренние (с 6 до 10 ч) и в вечерние (с 15 до 20 ч) часов суток. Часы суток, когда пассажирский транспорт обеспечивает наибольший объем перевозок, называют «часами пик». Перевозки пассажиров на маршрутах в городах изменяются не только по часам суток, но и по дням недели, месяцам и сезонам года.

Опираясь на вышеописанный метод распределения территории города на транспортные микрорайоны, сделаем анализ мест притяжения на маршруте №7 (7а) города Абакана, который приведен в таблице 1.5.

Таблица 1.5 – Места притяжения и распределение территории города Абакана на транспортные микрорайоны на маршруте №7 (7а)

Троллейбусный маршрут №7			
Название организации	Удаленность от остановочного пункта, м	Режим работы	Адрес
1	2	3	4
Остановочный пункт “Полярная”			
Селитебная зона			
Детсад Золотой ключик	200	пн – пт 7:00 - 19:00	Маршала Жукова 76
Почтовое отделение №3	220	вт – пт 9:00 - 19:00 сб 9:00 - 16:00	Маршала Жукова 88
Частный сектор			
Остановочный пункт Братская			
Селитебная зона			
120/80	80	пн – вс 9:00 - 21:00	Маршала Жукова 86
Жилсервис, ООО, управляющая компания	290	пн – пт 8:00 - 17:00	Маршала Жукова 70а
Библиотека Росток	260	пн – пт 10:00 - 18:00 вс 10:00 - 17:00	Маршала Жукова 88
Частный сектор			
Остановочный пункт Автошкола			
Селитебная зона			
Светофор, супермаркет	100	пн – вс 10:00 - 20:00	Катерная 54а
Частный сектор			
Остановочный пункт Школа №5			
Селитебная зона			

Продолжение таблицы 1.5

1	2	3	4
СОШ №5	350	пн – пт 8:30 - 15:10 сб 8:30 - 14:00	Весенний проезд 6
Абаканский учебно – курсовой комбинат автомобильного транспорта	225	пн – пт 8:00 - 17:00	Маршала Жукова 99
Частный сектор			
Остановочный пункт Национальная школа			
Общественно - деловая зона			
Национальная гимназия	120	пн – пт 8:00 - 17:00	Крылова 35
Верховный суд Республики Хакасия	150	пн – чт 8:00 - 17:00 пт 8:00 - 16:00	Крылова 66а
Частный сектор			
Остановочный пункт Пенсионный фонд			
Общественно - деловая зона			
Сбербанк	230	пн – пт 8:30 - 18:30 сб 9:30 - 16:30	Дружбы Народов 2а
МФЦ	235	пн, ср, пт 8:00 - 18:00 вт, чт, 8:00 - 20:00 сб 8:00 - 17:00	Дружбы Народов 2а
Хакасэнергосбыт, ОАО	30	пн – чт 8:00 - 17:15 пт 8:00 - 16:00	Крылова 41а
Арбитражный суд Республики Хакасия	195	пн – чт 8:00 - 17:30 пт 16:15	Крылова 74
ХМБ, ООО	320	пн – пт 8:00 - 19:00 сб 9:00 - 17:00 вс 10:00 - 15:30	Крылова 76
Налоговая служба	320	пн, ср 9:00 - 18:00 вт, чт 9:00 - 20:00 пт 9:00 - 16:45 сб 9:00 - 15:00	Крылова 76
Управление пенсионного фонда РФ г. Абакана	300	пн – чт 8:00 - 17:00 пт 8:00 - 15:45	Крылова 72а
Европа, торговый центр	365	пн – вс 10:00 - 22:00	Крылова 66б
Административное здание	130	пн – пт 9:00 - 19:00 сб 10:00 - 16:00	Крылова 76
Остановочный пункт ЗАГС			
Общественно - деловая зона			
Аптека Вита	156	пн – вс 8:00 - 23:00	Щетинкина 80
Аптека №56	230	пн – вс 8:00 - 21:00	Щетинкина 70
Детский сад Орленок	65	пн – пт 7:00 - 19:00	Щетинкина, 80а
Детский сад Ивушка	210	пн – пт 7:00 - 19:00	Щетинкина 67
Детский сад Дельфин	489	пн – пт 7:00 - 19:00	Тельмана 89
Медицинский центр Юнона	125	пн – пт 9:00 - 19:00 сб 9:00 - 17:00	Щетинкина 71
ХМБ, ООО	95	пн – пт 8:00 - 18:30 сб 9:00 - 17:00	Щетинкина 69
Гостиница Дружба	316	Круглосуточно	Дружбы Народов проспект, 2
Женская консультация №2	120	пн – пт 7:30 - 18:00	Щетинкина 78
Командор, супермаркет	230	пн – вс 8:00 - 24:00	Щетинкина 80
Торговый центр Орбита	350	пн – пт 10:00 - 20:00 вс 10:00 - 19:00	Щетинкина 65
Остановочный пункт Чехова			
Общественно - деловая зона			
ХТИ	273	пн – пт 8:00 - 17:00	Щетинкина 27
Аптека Ресфармация	163	пн – пт 8:00 - 17:00	Кирова 97
Фестиваль, торговый центр	125	пн – вс 10:00 - 19:00	Щетинкина 59
Нью-Йорк, развлекательный центр	243	пн – вс 12:00 - 24:00	Кирова 100а
Стадион Саяны	450	пн – вс 8:00 - 23:00	Чкалова 39
Палалар, торговый центр	300	пн – вс 10:00 - 19:00	Щетинкина 63



## Продолжение таблицы 1.5

1	2	3	4
Детский сад Дельфин	489	пн – пт 7:00 - 19:00	Тельмана 89
Микс Сити, торговый центр	390	пн – вс 8:00 - 24:00	Чехова 122а
СОШ № 25	940	пн – сб 8:00 - 19:00 сб 8:00 - 13:00	Тельмана 93
Остановочный пункт Главпочтамт			
Общественно - деловая зона			
Почтовое отделение №17	53	пн – пт 8:00 - 22:00 сб – вс 9:00 - 18:00	Щетинкина 20
Почтовое отделение №5	53	пн – пт 9:00 - 19:00	Щетинкина 20
Сбербанк России, ПАО	53	пн – пт 8:30 - 18:30 сб 9:30 - 17:00	Щетинкина 20
СОШ №1	400	пн – пт 8:00 - 19:00 сб 8:00 - 16:00	Советская 28
Драмтеатр	280	вт – пт 12:00 - 19:00 сб – вс 12:00 - 18:00	Щетинкина 12
Педагогический колледж	380	пн – пт 8:00 - 17:00	Щетинкина 13
Правительство Республики Хакасия	294	пн – пт 9:00 - 18:00	Ленина проспект 67
ХГУ	500	пн – пт 8:00 - 17:00	Хакасская 68
УЖК	440	пн – пт 8:00 - 17:00	Щетинкина 11
Детская художественная школа	580	пн – пт 9:00 - 19:00	Хакасская 62
Филармония	580	пн – вс 12:00 - 19:00	Ленина 76
Детский сад Чайка	600	пн – пт 7:00 - 19:00	Вяткина 15
Национальная библиотека	630	вт – пт 9:00 - 19:00 сб – вс 10:00 - 18:00	Чертыгашева 65
ГЦК Победа	365	пн – пт 9:00 - 18:00	Ленина 69
ХТИ	400	пн – пт 8:00 - 17:00	Щетинкина 27
Спецшкола №27	375	пн – пт 8:30 - 18:30 сб 8:30 - 13:00	Щетинкина 32а
Остановочный пункт Ж/Д вокзал			
Общественно - деловая зона			
Хакасский краеведческий музей	65	вт – вс 10:00 - 18:00	Пушкина 96
СОШ №10	100	пн – сб 8:00 - 19:45	Пушкина 92
Театр Сказка	362	вт – вс 11:00 - 19:00	Карла Маркса 5
Ж/Д вокзал	222	Круглосуточно	Вокзальная 17
Командор, супермаркет	400	пн – вс 8:00 - 24:00	Пушкина 127
СОШ №30	562	пн – пт 8:00 - 19:10 сб 8:00 - 17:00	Пушкина 72
ЖЭУ-2, ООО	470	пн – пт 8:00 - 17:00	Хакасская 103
Детский сад Калинка	400	пн – пт 7:00 - 18:00	Хакасская 107
Остановочный пункт Трудовая			
1. Öffentlich - деловая зона 2. Ландшафтно – рекреационная зона			
Командор, супермаркет	227	пн – вс 8:00 - 24:00	Пушкина 124
Детский сад Золушка	414	пн – пт 7:00 - 19:00	Трудовая 15
СОШ №11	612	пн – пт 8:00 - 17:20 сб 8:00 - 12:25	Хакасская 165
Сбербанк России, ПАО	210	пн – пт 8:30 - 18:30 сб 9:00 - 15:30	Пушкина 165
Почтовое отделение №6	317	пн – пт 8:00 - 20:00 сб 9:00 - 18:00	Лен Ком 3а
Остановочный пункт Пушкина			
Селитебная зона			
Военный комиссариат РХ	320	пн – чт 8:00 - 17:00 пт 9:00 - 16:00	Пушкина 152
СОШ №11	380	пн – пт 8:00 - 17:20 сб 8:00 - 12:25	Хакасская 165

## Продолжение таблицы 1.5

1	2	3	4
Владимирский, торговый центр	420	пн – вс 10:00 - 22:00	Советская 113
Остановочный пункт Мелькомбинат			
Селитебная зона			
Почтовое отделение №4	80	пн – пт 8:00 - 20:00 сб 9:00 - 18:00	Пушкина 170
ХГУ	360	пн – пт 8:00 - 17:00	Пушкина 178
Военный комиссариат РХ	390	пн – чт 8:00 - 17:00 пт 9:00 - 16:00	Пушкина 152
Остановочный пункт Володарского			
Селитебная зона			
Школа №22	470	пн – сб 8:00 - 17:00	Чернышевского 43
Частный сектор			
Остановочный пункт Поликлиника №2			
Общественно - деловая зона			
Енисей, торговый комплекс	150	пн – вс 10:00 - 20:00	Кравченко 11к
Министерство здравоохранения РХ	420	пн – пт 9:00 - 18:00	Кравченко 11з
Остановочный пункт Троллейбусное управление			
Общественно - деловая зона			
Торговая база Веста	130	пн – вс 8:00 - 17:00	Советская 156
Торговая база Торговый город	100	пн – вс 8:00 - 17:00	Итыгина 10а к2
Техникум коммунального хозяйства	330	пн – пт 8:00 - 17:00	Советская 175
Хакасский колледж профессиональных технологий, экономики и сервиса	310	пн – пт 8:00 - 17:00	Советская 173
Остановочный пункт ЮЭС			
1. Öffentlich - деловая зона 2. Производственная зона			
Хакасэнерго	200	пн – пт 8:00 - 17:00	Советская 172
Светофор, супермаркет	550	пн – вс 10:00 - 20:00	Игарская 24а
Зоопарк	490	пн – вс 10:00 - 17:00	Пушкина 200
Водолей, сеть магазинов	700	пн – сб 9:00 - 19:00 вс 9:00 - 18:00	Игарская 11
Частный сектор			
Мавр, ООО	560	пн – пт 8:00 - 17:00	Пушкина 196
АЯН, ОАО, производственная компания	460	пн – пт 8:00 - 17:00	Советская 207
Остановочный пункт АЯН			
Производственная зона			
АЯН, ОАО, производственная компания	50	пн – пт 8:00 - 17:00	Советская 207
Муниципальный жилищный фонд	230	пн – пт 8:00 - 17:00	Советская 209
Остановочный пункт Складская			
Производственная зона			
Республиканский центр профилактики и борьбы со СПИД	930	пн – чт 8:00 - 15:45 пт 8:00 - 15:30 сб 9:00 - 12:00	Заводская 3
Троллейбусный маршрут № 7а			
Остановочный пункт Зоопарк			
1. Ландшафтно – рекреационная зона 2. Селитебная зона			
Торговая база Веста	270	пн – вс 8:00 - 17:00	Советская 156
Торговая база Торговый город	250	пн – вс 8:00 - 17:00	Итыгина 10а к2
Мавр, ООО	390	пн – пт 8:00 - 17:00	Пушкина 196
Зоопарк	85	пн – вс 10:00 - 17:00	Пушкина 200
Училище олимпийского резерва	360	пн – пт 8:00 - 17:00	Пушкина 190

## Окончание таблицы 1.5

1	2	3	4
Современная гуманитарная академия	305	пн – пт 9:00 - 17:00 сб 10:00 - 16:00	Пушкина 190/1
Детский сад Зоренька	300	пн – пт 7:00 - 19:00	Итыгина 5
Техникум КХиС	315	пн – пт 8:00 - 17:00	Советская 175
Абаканское троллейбусное управление, МУП	410	пн – пт 8:00 - 17:00	Советская 150
Хакасский колледж профессиональных технологий, экономики и сервиса	490	пн – пт 8:00 - 17:00	Советская 173
Остановочный пункт Мясокомбинат			
Производственная зона			
Мавр, ООО	200	пн – пт 8:00 - 17:00	Пушкина 196
Зоопарк	320	пн – вс 10:00 - 17:00	Пушкина 200
Училище олимпийского резерва	90	пн – пт 8:00 - 17:00	Пушкина 190
Современная гуманитарная академия	75	пн – пт 9:00 - 17:00 сб 10:00 - 16:00	Пушкина 190/1
Детский сад Зоренька	220	пн – пт 7:00 - 19:00	Итыгина 5
Техникум КХиС	350	пн – пт 8:00 - 17:00	Советская 175
Абаканское троллейбусное управление, МУП	485	пн – пт 8:00 - 17:00	Советская 150
Хакасский колледж профессиональных технологий, экономики и сервиса	440	пн – пт 8:00 - 17:00	Советская 173
Библиотека №3	330	пн – пт 10:00 - 18:00 сб 10:00 - 17:00	Дзержинского 189
Остановочный пункт магазин “Фермер”			
Селитебная зона			
Фермер, ООО, торговый дом	330	пн – пт 8:00 - 17:00 сб 9:00 - 15:00	Пушкина 207
Общежитие	40		Пушкина 186а
Детская школа искусств №2	280	пн – сб 8:00 - 19:40 вс 10:00 - 17:00	Дзержинского 189
Библиотека №3	280	пн – пт 10:00 - 18:00 сб 10:00 - 17:00	Дзержинского 189
Торговые компании и производственные склады	400		Пушкина 207, 217, 221
ХГУ	280	пн – пт 8:00 - 17:00	Пушкина 178
Храм святителей московских	200	Круглосуточно	Пушкина 180
Остановочный пункт Мелькомбинат			
Селитебная зона			
Библиотека №3	110	пн – пт 10:00 - 18:00 сб 10:00 - 17:00	Дзержинского 189
Училище олимпийского резерва	330	пн – пт 8:00 - 17:00	Пушкина 190
Современная гуманитарная академия	415	пн – пт 9:00 - 17:00 сб 10:00 - 16:00	Пушкина 190/1
Детский сад Зоренька	370	пн – пт 7:00 - 19:00	Итыгина 5
Техникум КХиС	420	пн – пт 8:00 - 17:00	Советская 175
Абаканское троллейбусное управление, МУП	490	пн – пт 8:00 - 17:00	Советская 150
Хакасский колледж профессиональных технологий, экономики и сервиса	350	пн – пт 8:00 - 17:00	Советская 173
Енисей, торговый комплекс	455	пн – вс 10:00 - 20:00	Кравченко 11к

## 2 Оценка величины пассажиропотока

### 2.1 Методика оценки величины пассажиропотока

Главной целью данной работы является исследование проблемы, несистематического наложения расписаний разных маршрутов на центральной остановке “Главпочтамт” поэтому следует определить величину пассажиропотоков, так как именно он определяет работу, выполненную пассажирским транспортом на маршрутах.

Для оценки изменения величин пассажиропотоков между выбранными транспортными микрорайонами города применим отчетно-статистический метод с выборочными натурными исследованиями. Комплексное использование отчетно-статистического метода и выборочных натурных обследований при уточнении и детализовке структуры пассажиропотоков является основой формирования матрицы корреспонденции жителей г. Абакана.

При исследовании пассажиропотоков основными параметрами (факторами), непосредственно влияющим на их изменение являются:

1. Час суток.
2. День недели.

В качестве параметра «Час суток» принимаются часы суток, в которых происходит функционирования городского пассажирского транспорта.

Диапазоны изменений факторов весьма значительны, что приводит к появлению большого количества вариантов различных сочетаний параметров. Таким образом, возникает сложная очень трудоемкая задача получения статистического материала по изменению пассажиропотоков по всей территории города. Решение этой задачи традиционным способом (сплошным обследованием) практически невозможно (из-за значительной трудоемкости, а значит дороговизне исследований). Таким образом, необходима математическая модель, адекватно описывающая происходящие процессы и позволяющая с минимальной трудоемкостью получить необходимый статистический материал.

Мною предлагается использовать для этой цели теорию планирования многофакторных экспериментов и методику статистического анализа (вероятностные модели).

*Регрессионный анализ* позволяет оценить с достаточной точностью изменение пассажиропотоков, в зависимости, от влияния нескольких факторов не применяя полнообъемных исследований.

На первом этапе выбирается уравнение регрессии

$$Q = b_0 + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 + b_{11} \cdot x_1^2 + b_{22} \cdot x_2^2 + b_{12} \cdot x_1 \cdot x_2, \quad (2.1)$$

где  $b_0, b_1, b_2, b_{11}, b_{22}, b_{12}$  - коэффициенты регрессии;

$x_i = X_i$  - факторы.

Изменяемыми факторами ( $X_i$ ) являются: время суток ( $T_{сут}$ ), дни недели ( $D$ ).

На втором этапе составляется матрица кодирования переменных и уровней варьирования факторов (таблицы 2.1 и 2.2).

Таблица 2.1 - Матрица кодирования переменных и уровни варьирования для прямого направления

Наименование показателя	Диапазон изменения		Обозначение	Уровни варьирования				
	от	до		-1,414	-1	0	1	1,414
час суток	7	18,1	$X_1$	7	8,624964	14	16,475035	18,1
день недели	1	7	$X_2$	1	1,8783593	4	6,1216407	7

Таблица 2.2 - Матрица кодирования переменных и уровни варьирования для обратного направления

Наименование показателя	Диапазон изменения		Обозначение	Уровни варьирования				
	от	до		-1,414	-1	0	1	1,414
час суток	7,6	18,6	$X_1$	7,6	9,2103253	14	16,989674	18,6
день недели	1	7	$X_2$	1	1,8783593	4	6,1216407	7

Из таблиц 2.1 и 2.2 видно, что вариация времени суток находится в пределах  $\Delta T_{сут} = 7^{00} - 18^{06}$  часов для прямого направления и  $\Delta T_{сут} = 7^{36} - 18^{36}$  часов для обратного направления (для различных маршрутов правая граница вариационного интервала может меняться в зависимости от длительности функционирования маршрута), вариация дней недели  $\Delta D = 1$  (понедельник) – 7 (воскресенье).

Минимальному уровню варьирования (-1,414) присваивается начальное значение диапазона соответствующего фактора, максимальному (1,414) – максимальное значение диапазона. Промежуточные значения (-1, 0, 1) определяют методом линейной интерполяции

$$X_i = \frac{T - (-1,414)}{1,414 - (-1,414)} * (B - A) + A, \quad (2.2)$$

где  $T$  – соответствующее значение уровня варьирования (-1, 0, 1);

$A, B$  – начальное и конечное значение диапазона показателя (например, для времени суток  $A = 7,30$  ч;  $B = 20,30$  ч).

На третьем этапе составляется матрица планирования эксперимента (таблица 2.3).

Таблица 2.3 – Матрица планирования эксперимента

№ опыта	$X_1$	$X_2$
1	-1	-1
2	1	-1
3	-1	1
4	1	1
5	-1,414	0

№ опыта	$X_1$	$X_2$
6	1,414	0
7	0	-1,414
8	0	1,414
9	0	0
10	0	0
11	0	0
12	0	0

Из таблицы 2.3 видно, что всего для планируемого двухфакторного эксперимента необходимо провести двенадцать опытов с различным сочетанием уровней факторов. Опыты проводятся по каждому постоянно функционирующему маршруту общественного пассажирского транспорта в прямом и обратном направлениях в течение одного оборота.

Четвертый этап включает составление исходной матрицы эксперимента.

По полученным значениям таблиц 2.1 и 2.2, а также в соответствии с матрицей планирования эксперимента (таблица 2.3) определим планируемые точки сбора статистических данных для прямого и обратного направлений (таблицы 2.4 и 2.5).

Таблица 2.4 – Таблица эксперимента для прямого направления

№ опыта	Планируемые значения показателей		Значения функции отклика
	$X_1$	$X_2$	Пассажиропоток ( $Q$ ), чел
1	8,6	2	$Q_1$
2	16,5	2	$Q_2$
3	8,6	6	$Q_3$
4	16,5	6	$Q_4$
5	7,0	4	$Q_5$
6	18,1	4	$Q_6$
7	12,6	1	$Q_7$
8	12,6	7	$Q_8$
9	12,6	4	$Q_9$
10	12,6	4	$Q_{10}$
11	12,6	4	$Q_{11}$
12	12,6	4	$Q_{12}$

Таблица 2.5 – Таблица эксперимента для обратного направления

№ опыта	Планируемые значения показателей		Значения функции отклика
	$X_1$	$X_2$	Пассажиропоток ( $Q$ ), чел
1	9,2	2	$Q_1$
2	17,0	2	$Q_2$
3	9,2	6	$Q_3$
4	17,0	6	$Q_4$
5	7,6	4	$Q_5$
6	18,6	4	$Q_6$
7	13,1	1	$Q_7$
8	13,1	7	$Q_8$
9	13,1	4	$Q_9$
10	13,1	4	$Q_{10}$
11	13,1	4	$Q_{11}$
12	13,1	4	$Q_{12}$

На пятом этапе осуществляется обработка экспериментальных данных (регрессионный анализ):

определяются коэффициенты регрессии:  $b_0, b_1, b_2, b_{11}, b_{22}, b_{12}$

$$b_0 = \frac{A}{N} \cdot \left[ 2 \cdot \lambda_U^2 \cdot (k+2) \cdot (OQ) + 2 \cdot \lambda_U \cdot C \cdot \sum_{i=1}^K (iiQ) \right], \quad (2.3)$$

$$b_i = \frac{C}{N} \cdot (iQ), \quad (2.4)$$

$$b_{ii} = \frac{A}{N} \cdot \left[ C^2 \cdot ((k+2) \cdot \lambda_U - k) \cdot (iiQ) + C^2 \cdot (1 - \lambda_U) \cdot \sum_{i=1}^k (iiQ) - 2 \cdot \lambda_U \cdot C \cdot (OQ) \right], \quad (2.5)$$

$$b_{ij} = \frac{C^2}{N \cdot \lambda_U} \cdot (ijQ), \quad (2.6)$$

где  $k=2$  – количество переменных ( $X_1 X_2$ );

$N=12$  – количество экспериментов;

$n_0=4$  – число нулевых точек;

$n_{II}=N-n_0=12-4=8$  – число периферийных точек;

$(OQ), (iQ), (iiQ), (ijQ)$  – коэффициенты сумм;

$C, A, \lambda_U$  – коэффициенты, определяемые по формулам.

$$C = \frac{N}{\sum_{u=1}^N x_{iu}^2}, \quad (2.7)$$

$$A = \frac{1}{2 \cdot \lambda_U \cdot [(k+2) \cdot \lambda_U - k]}, \quad (2.8)$$

$$\lambda_U = \frac{k \cdot (n_0 + n_{II})}{(k+2) \cdot n_{II}}. \quad (2.9)$$

Подсчёт коэффициентов суммы

$$(OQ) = \sum_{i=1}^N Q_i = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_7 + Q_8 + Q_9 + Q_{10} + Q_{11} + Q_{12}, \quad (2.10)$$

$$(iQ) = \sum_{i=1}^N X_{Ui} \cdot Q_i, \quad (2.11)$$

$$\sum_{i=1}^N X_{1i} \cdot Q_i = -Q_1 + Q_2 - Q_3 + Q_4 - 1,414 \cdot Q_5 + 1,414 \cdot Q_6, \quad (2.12)$$

$$\sum_{i=1}^N X_{2i} \cdot Q_i = -Q_1 - Q_2 + Q_3 + Q_4 - 1,414 \cdot Q_7 + 1,414 \cdot Q_8, \quad (2.13)$$

$$(iiQ) = \sum_{i=1}^N X_{Ui}^2 \cdot Q_i, \quad (2.14)$$

$$\sum_{i=1}^N X_{1i}^2 \cdot Q_i = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + 1,99 \cdot Q_5 + 1,99 \cdot Q_6, \quad (2.15)$$

$$\sum_{i=1}^N X_{2i}^2 \cdot Q_i = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + 1,99 \cdot Q_7 + 1,99 \cdot Q_8, \quad (2.16)$$

$$(ijQ) = \sum_{i=1}^N X_{Ui} \cdot X_{Uj} \cdot Q_i, \quad (2.17)$$

$$\sum_{i=1}^N X_{1i} \cdot X_{2j} \cdot Q_i = Q_1 - Q_2 - Q_3 + Q_4, \quad (2.18)$$

$$\sum_{i=1}^k (iiQ) = \sum_{i=1}^N X_{1i}^2 \cdot Q_i + \sum_{i=1}^N X_{2i}^2 \cdot Q_i. \quad (2.19)$$

Определение ошибки регрессионного анализа:  
сумма квадратов результатов наблюдений

$$(QQ) = \sum_{i=1}^N Q_i^2, \quad (2.20)$$

сумма квадратов, связанная со свободным членом (корректирующий фактор)

$$S_0 = \frac{(QQ)^2}{N}. \quad (2.21)$$

Число степеней свободы  $f_0 = 1$ .

Сумма квадратов, связанная с членами первой степени

$$S_{1.0} = \sum_{i=1}^k b_i(iY) = b_1 \cdot \sum_{i=1}^N X_{1i} \cdot Q_i + b_2 \cdot \sum_{i=1}^N X_{2i} \cdot Q_i. \quad (2.22)$$



Число степеней свободы

$$f_{1.0} = k = 2. \quad (2.23)$$

Сумма квадратов, связанная с членами второй степени

$$S_{2.1.0} = b_0 \cdot (OQ) + \sum_{i,j=1}^2 b_{ij} \cdot (ijy) - \frac{(OQ)^2}{N} = b_0 \cdot \sum Q + b_{11} \cdot \sum X_{1i}^2 \cdot Q_i + b_{22} \cdot \sum X_{2i}^2 \cdot Q_i + b_{12} \cdot \sum X_{1i} \cdot X_{2i} \cdot Q_i - \frac{(\sum Q_i)^2}{N}. \quad (2.24)$$

Число степеней свободы

$$f_{2.1.0} = \frac{k \cdot (k + 1)}{2}. \quad (2.25)$$

Сумма квадратов, связанная с коэффициентом регрессии

$$S_{0.1.2} = b_0 \cdot (OQ) + \sum_{i=1}^k b_{ii} \cdot (iy) + \sum_{i,j=1}^k b_{ij} \cdot (ijy) - S_{0.1} + S_{2.1.0} + \frac{(\sum Q)^2}{N}. \quad (2.26)$$

Число степеней свободы

$$f = \frac{(k + 3) \cdot (k + 2)}{2}. \quad (2.27)$$

Остаточная сумма квадратов

$$S_R = (QQ) - S_{0.1.2}. \quad (2.28)$$

Число степеней свободы

$$f_R = N - \frac{(k + 2) \cdot (k + 1)}{2}. \quad (2.29)$$

Сумма квадратов, характеризующая ошибку опыта

$$S_E = \sum_{i=15}^{20} (Q_i - b_0)^2 = (Q_{15} - b_0)^2 + (Q_{16} - b_0)^2 + (Q_{17} - b_0)^2 + (Q_{18} - b_0)^2 + (Q_{19} - b_0)^2 + (Q_{20} - b_0)^2. \quad (2.29)$$

Число степеней свободы

$$f_E = n_0 - 1. \quad (2.30)$$

Сумма квадратов, характеризующая неадекватность

$$S_{LF} = S_R - S_E. \quad (2.31)$$

Число степеней свободы

$$f_{LF} = N - \frac{(k+2) \cdot (k+1)}{2} - (n_0 - 1). \quad (2.32)$$

Подсчёт дисперсий:  
связанной с членами первой степени

$$S_{1.0}^2 = \frac{S_{1.0}}{f_{1.0}}, \quad (2.33)$$

связанной с членами второй степени

$$S_{2.1.0}^2 = \frac{S_{2.1.0}}{f_{2.1.0}}, \quad (2.34)$$

характеризующей неадекватность

$$S_{LF}^2 = \frac{S_{LF}}{f_{LF}}, \quad (2.35)$$

характеризующей ошибку опыта

$$\sigma^2(Q) = S_E^2 = \frac{S_E}{f_E}. \quad (2.36)$$

Подсчёт дисперсионных отношений:  
для оценки значимости линейных членов

$$F_1 = \frac{S_{1.0}^2}{S_E^2} = \frac{f_{1.0}}{f_E}, \quad (2.37)$$

для оценки значимости членов второй степени

$$F_2 = \frac{S_{2.1.0}^2}{S_E^2} = \frac{f_{2.1.0}}{f_E}, \quad (2.38)$$

для проверки неадекватности

$$F_2 = \frac{S_{LF}^2}{S_E^2} = \frac{f_{LF}}{f_E}. \quad (2.39)$$

Сравнивая значения расчетных критериев Фишера с табличными значениями для подтверждения выбранного планирования эксперимента необходимо выполнить условие  $F_{РАСЧ} < F_{ТАБЛ}$ , при уровне значимости  $\alpha = 0,01$ .

Ошибка в определении коэффициентов регрессии.

Для свободного члена:  
дисперсия

$$\sigma^2(b_0) = \frac{2 \cdot A \cdot \lambda_U^2 \cdot (k+2) \cdot \sigma^2(Q)}{N}, \quad (2.40)$$

ошибка

$$\sigma(b_0) = \sqrt{\sigma^2(b_0)}. \quad (2.41)$$

Для членов первого порядка:  
дисперсия

$$\sigma^2(b_i) = \frac{C \cdot \sigma(Q)}{N}, \quad (2.42)$$

ошибка

$$\sigma(b_i) = \sqrt{\sigma^2(b_i)}. \quad (2.43)$$

При квадратных членах:  
дисперсия

$$\sigma^2(b_{ii}) = \frac{A \cdot (\lambda_U^2 \cdot (k+1) - (k-1)) \cdot C^2 \cdot \sigma^2(Q)}{N}, \quad (2.44)$$

ошибка

$$\sigma(b_{ii}) = \sqrt{\sigma^2(b_{ii})}. \quad (2.45)$$

При взаимодействии:  
дисперсия

$$\sigma^2(b_{ij}) = \frac{C^2 \cdot \sigma^2(Q)}{N}, \quad (2.46)$$

ошибка

$$\sigma(b_{ij}) = \sqrt{\sigma^2(b_{ij})}. \quad (2.47)$$

Приведение уравнений регрессии к натуральному виду (к декартовым координатам) заключается в подстановке натуральных переменных, с учётом нулевого уровня параметра и интервала варьирования в уравнение.

Натуральная переменная выражается через коэффициент  $X_i$  по следующей зависимости

$$X_i = \frac{G - X_i(0)}{X_i(1) - X_i(0)}, \quad (2.48)$$

где  $G$  – значение натуральной переменной (например,  $T_{сут} = 17:00$  – время суток, час);

$X_i(0)$ ,  $X_i(1)$  – значение показателя при уровне варьирования равном 0 и 1 соответственно.

Подставляем получившиеся выражения в уравнение (2.1) и определяем его нормальный вид.

Используя полученное выражение можно определить количество провезенных пассажиров одним троллейбусом в прямом и обратном направлении за один оборот.

## 2.2 Оценка величины пассажиропотока

Метод множественного регрессионного анализа предназначен для оценки и детализации структуры пассажиропотоков, так как троллейбусный маршрут № 7 (7а) осуществляет перевозку пассажиров между транспортными микрорайонами города, значит, оценку и расчёт величины пассажиропотоков, будем производить как в прямом, так и в обратном направлении маршрута.

Прямым направлением примем направление от остановочного пункта “Полярная” – Зоопарк – Складская, соответственно обратное направление определяется остановочными пунктами Складская – Зоопарк – “Полярная”.

Согласно методике множественного регрессионного анализа приведенной в пункте 2.1 проводим расчёт величины пассажиропотока на троллейбусном маршруте г. Абакана №7 (7а).

Используя уравнение (2.1) выбираем уравнение регрессии

$$Q = b_0 + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 + b_{11} \cdot x_1^2 + b_{22} \cdot x_2^2 + b_{12} \cdot x_1 \cdot x_2.$$

Составляем матрицу кодирования переменных и уровней варьирования факторов.

Минимальному уровню варьирования (–1,414) присваивается начальное значение диапазона соответствующего фактора, максимальному (1,414) – максимальное значение диапазона.

Промежуточные значения (–1, 0, 1) матрицы кодирования переменных и уровней варьирования для прямого направления определяем методом линейной интерполяции.

Для первого фактора

$$X(-1) = \frac{-1 - (-1,414)}{1,414 - (-1,414)} \cdot (18,1 - 7) + 7 = 8,624,$$

$$X(0) = \frac{0 - (-1,414)}{1,414 - (-1,414)} \cdot (18,1 - 7) + 7 = 12,55,$$

$$X(1) = \frac{1 - (-1,414)}{1,414 - (-1,414)} \cdot (18,1 - 7) + 7 = 16,475.$$

Для второго фактора

$$X(-1) = \frac{-1 - (-1,414)}{1,414 - (-1,414)} \cdot (7 - 1) + 1 = 1,878,$$

$$X(0) = \frac{0 - (-1,414)}{1,414 - (-1,414)} \cdot (7 - 1) + 1 = 4,$$

$$X(1) = \frac{1 - (-1,414)}{1,414 - (-1,414)} \cdot (7 - 1) + 1 = 6,122.$$

Промежуточные значения (–1, 0, 1) матрицы кодирования переменных и уровней варьирования для обратного направления:

Для первого фактора

$$X(-1) = \frac{-1 - (-1,414)}{1,414 - (-1,414)} \cdot (18,6 - 7,6) + 7,6 = 9,210,$$

$$X(0) = \frac{0 - (-1,414)}{1,414 - (-1,414)} \cdot (18,6 - 7,6) + 7,6 = 13,1,$$

$$X(1)=\frac{1-(-1,414)}{1,414-(-1,414)} \cdot (18,6-7,6)+7,6=16,989.$$

Для второго фактора

$$X(-1)=\frac{-1-(-1,414)}{1,414-(-1,414)} \cdot (7-1)+1=1,878,$$

$$X(0)=\frac{0-(-1,414)}{1,414-(-1,414)} \cdot (7-1)+1=4,$$

$$X(1)=\frac{1-(-1,414)}{1,414-(-1,414)} \cdot (7-1)+1=6,122,$$

где  $T$  – соответствующее значение уровня варьирования  $(-1, 0, 1)$ ;

$A, B$  – начальное и конечное значение диапазона показателя (например в прямом направлении для первого фактора, для времени суток  $A = 7,0$  ч;  $B = 18,1$  ч).

На основании полученных расчётных данных, составим матрицу кодирования переменных и уровней варьирования факторов, расчёты представлены в таблице 2.1 для прямого направления и таблице 2.2 для обратного направления (см. пункт 2.1).

После составления таблицы планирования экспериментов были проведены 12 экспериментов, результаты которых представлены в таблицах 2.4 – 2.16.

Таблица 2.4 – Эксперимент №1 Маршрут №7 15.09.2015 8:46

Прямое						Обратное					
№	Название остановочного пункта	Время подъезда к остановочному пункту	Вошло пассажиров (чел.)	Вышло пассажиров (чел.)	Количество проезжающих пассажиров	№	Название остановочного пункта	Время подъезда к остановочному пункту	Вошло пассажиров (чел.)	Вышло пассажиров (чел.)	Количество проезжающих пассажиров
1	Полярная	8:42	3	0	3	1	Складская		5	0	5
2	Ул. Братская	8:48	2	0	5	2	МЖФ	9:22	1	0	6
3	Автошкола	8:49	0	0	5	3	АЯН	9:24	0	0	6
4	Школа №5	8:50	3	0	8	4	ЮЭС	9:25	0	0	6
5	Национальная гимназия	8:52	1	0	9	5	Троллейбусное управление	9:28	0	0	6
6	Пенсионный фонд	8:53	2	1	10	6	Поликлиника	9:29	0	2	4
7	ЗАГС	8:55	4	3	11	7	Ул. Володарского	9:31	2	0	6
8	Ул. Чехова	8:57	3	3	11	8	Мелькомбинат	9:32	1	2	5
9	Главпочтамт	8:59	2	4	9	9	Трудовая	9:34	3	0	8
10	Отделение дороги	9:02	0	2	7	10	Ж/Д вокзал	9:37	3	1	10
11	Ж/Д вокзал	9:03	1	1	7	11	Главпочтамт	9:40	2	4	8
12	Трудовая	9:05	0	1	6	12	Ул. Чехова	9:42	1	5	4

## Окончание таблицы 2.4

№	Название остановочного пункта	Время подъезда к остановочному пункту	Вошло пассажиров (чел.)	Вышло пассажиров (чел.)	Количество проезжающих пассажиров	№	Название остановочного пункта	Время подъезда к остановочному пункту	Вошло пассажиров (чел.)	Вышло пассажиров (чел.)	Количество проезжающих пассажиров
13	Мелькомбинат	9:08	0	2	4	13	ЗАГС	9:44	3	3	4
14	Ул. Володарского	9:10	0	0	4	14	Пенсионный фонд	9:47	1	1	4
15	Поликлиника	9:11	0	3	1	15	Национальная гимназия	9:48	0	0	4
16	Троллейбусное управление	9:12	0	1	0	16	Школа №5	9:50	0	2	2
17	ЮЭС	9:13	0	0	0	17	Автошкола	9:51	0	1	1
18	АЯН	9:14	0	0	0	18	Ул. Братская	9:52	0	1	0
19	МЖФ	9:15	0	0	0	19	Полярная	9:53	0	0	0
20	Складская	9:16	0	0	0						
Всего			21	21		Всего			22	22	

Таблица 2.5 – Эксперимент №2 Маршрут №7 15.09.2015 16:17

Прямое						Обратное					
№	Название остановочного пункта	Время подъезда к остановочному пункту	Вошло пассажиров (чел.)	Вышло пассажиров (чел.)	Количество проезжающих пассажиров	№	Название остановочного пункта	Время подъезда к остановочному пункту	Вошло пассажиров (чел.)	Вышло пассажиров (чел.)	Количество проезжающих пассажиров
1	Полярная	16:15	6	0	6	1	Складская		2	0	2
2	Ул. Братская	16:17	3	0	9	2	МЖФ	16:51	0	0	2
3	Автошкола	16:18	4	0	13	3	АЯН	16:53	0	0	2
4	Школа №5	16:19	10	0	23	4	ЮЭС	16:54	0	0	2
5	Национальная гимназия	16:20	12	0	35	5	Троллейбусное управление	16:55	3	0	5
6	Пенсионный фонд	16:22	1	2	34	6	Поликлиника	16:56	3	1	7
7	ЗАГС	16:24	1	3	32	7	Ул. Володарского	16:59	3	0	10
8	Ул. Чехова	16:26	0	5	27	8	Мелькомбинат	17:01	0	0	10
9	Главпочтамт	16:28	2	4	25	9	Трудовая	17:03	0	2	8
10	Отделение дороги	16:31	0	2	23	10	Ж/Д вокзал	17:05	1	4	5
11	Ж/Д вокзал	16:33	3	2	24	11	Главпочтамт	17:08	5	4	6
12	Трудовая	16:35	1	10	15	12	Ул. Чехова	17:09	1	0	7
13	Мелькомбинат	16:37	0	3	12	13	ЗАГС	17:11	2	2	7
14	Ул. Володарского	16:38	0	4	8	14	Пенсионный фонд	17:13	0	2	5
15	Поликлиника	16:40	0	5	3	15	Национальная гимназия	17:15	0	3	2
16	Троллейбусное управление	16:41	0	2	1	16	Школа №5	17:16	0	0	2
17	ЮЭС	16:42	0	0	1		Автошкола	17:18	0	0	2
18	АЯН	16:43	0	0	1	17	Ул. Братская	17:19	0	0	2
19	МЖФ	16:44	0	0	1	18	Полярная	17:20	0	2	0
20	Складская	16:45	0	1	0	19					
Всего			43	43		Всего			20	20	

Таблица 2.6 – Эксперимент №3 Маршрут №7 19.09.2015 8:46

Прямое						Обратное					
№	Название остановочного пункта	Время подъезда к остановочному пункту	Вошло пассажиров (чел.)	Вышло пассажиров (чел.)	Количество проезжающих пассажиров	№	Название остановочного пункта	Время подъезда к остановочному пункту	Вошло пассажиров (чел.)	Вышло пассажиров (чел.)	Количество проезжающих пассажиров
1	Полярная	8:43	0	0	0	1	Складская		2	0	2
2	Ул. Братская	8:48	1	0	1	2	МЖФ	9:23	0	0	2
3	Автошкола	8:49	0	0	1	3	АЯН	9:24	0	0	2
4	Школа №5	8:50	1	0	2	4	ЮЭС	9:25	0	0	2
5	Национальная гимназия	8:51	0	0	2	5	Троллейбусное управление	9:27	0	0	2
6	Пенсионный фонд	8:52	0	0	2	6	Поликлиника	9:28	2	0	4
7	ЗАГС	8:55	2	0	4	7	Ул. Володарского	9:30	2	0	6
8	Ул. Чехова	8:58	1	1	4	8	Мелькомбинат	9:32	0	0	6
9	Главпочтамт	8:59	1	0	5	9	Трудовая	9:34	2	2	6
10	Отделение дороги	9:01	1	2	4	10	Ж/Д вокзал	9:37	4	1	9
11	Ж/Д вокзал	9:02	0	1	3	11	Главпочтамт	9:41	1	5	5
12	Трудовая	9:04	0	0	3	12	Ул. Чехова	9:43	2	3	4
13	Мелькомбинат	9:07	0	2	1	13	ЗАГС	9:45	4	0	8
14	Ул. Володарского	9:10	1	1	1	14	Пенсионный фонд	9:47	3	0	11
15	Поликлиника	9:11	1	0	2	15	Национальная гимназия	9:48	0	0	11
16	Троллейбусное управление	9:12	0	0	2	16	Школа №5	9:50	1	3	9
17	ЮЭС	9:13	0	0	2	17	Автошкола	9:51	0	3	6
18	АЯН	9:14	0	0	2	18	Ул. Братская	9:52	0	5	1
19	МЖФ	9:15	0	1	1	19	Полярная	9:53	0	1	0
20	Складская	9:16	0	1	0						
Всего			9	9		Всего			23	23	

Таблица 2.7 – Эксперимент №4 Маршрут №7 19.09.2015 16:17

Прямое						Обратное					
№	Название остановочного пункта	Время подъезда к остановочному пункту	Вошло пассажиров (чел.)	Вышло пассажиров (чел.)	Количество проезжающих пассажиров	№	Название остановочного пункта	Время подъезда к остановочному пункту	Вошло пассажиров (чел.)	Вышло пассажиров (чел.)	Количество проезжающих пассажиров
1	Полярная	16:15	4	0	4	1	Складская		3	0	3
2	Ул. Братская	16:17	2	0	6	2	МЖФ	16:52	0	0	3
3	Автошкола	16:18	6	0	12	3	АЯН	16:53	0	0	3
4	Школа №5	16:19	3	0	15	4	ЮЭС	16:54	0	0	3
5	Национальная гимназия	16:21	1	0	16	5	Троллейбусное управление	16:55	1	0	4
6	Пенсионный фонд	16:22	0	1	15	6	Поликлиника	16:56	0	1	3
7	ЗАГС	16:24	0	5	10	7	Ул. Володарского	16:58	2	0	5
8	Ул. Чехова	16:26	2	5	7	8	Мелькомбинат	17:00	0	1	4
9	Главпочтамт	16:28	0	0	7	9	Трудовая	17:03	0	1	3



## Окончание таблицы 2.7

№	Название останочного пункта	Время подъезда к останочному пункту	Вошло пассажиров (чел.)	Вышло пассажиров (чел.)	Количество проезжающих пассажиров	№	Название останочного пункта	Время подъезда к останочному пункту	Вошло пассажиров (чел.)	Вышло пассажиров (чел.)	Количество проезжающих пассажиров
10	Отделение дороги	16:30	1	0	8	10	Ж/Д вокзал	17:05	0	1	2
11	Ж/Д вокзал	16:32	1	3	6	11	Главпочтамт	17:09	2	0	4
12	Трудовая	16:34	1	1	6	12	Ул. Чехова	17:11	1	0	5
13	Мелькомбинат	16:37	0	1	5	13	ЗАГС	17:13	0	1	4
14	Ул. Володарского	16:38	0	0	5	14	Пенсионный фонд	17:15	0	1	3
15	Поликлиника	16:40	0	0	5	15	Национальная гимназия	17:17	0	0	3
16	Троллейбусное управление	16:41	0	5	0	16	Школа №5	17:18	0	0	3
17	ЮЭС	16:43	0	0	0	17	Автошкола	17:19	0	1	2
18	АЯН	16:44	0	0	0	18	Ул. Братская	17:20	0	2	0
19	МЖФ	16:45	0	0	0	19	Полярная	17:21	0	0	0
20	Складская	16:46	0	0	0						
	Всего		21	21			Всего		9	9	

Остальные эксперименты представлены в таблицах 2.8 – 2.16 графических листов 2, 3.

Составляем исходную матрицу эксперимента.

Таблица 2.17 – Таблица эксперимента для прямого направления

№ опыта	Планируемые значения показателей		Значения функции отклика
	$X_1$	$X_2$	Пассажиропоток ( $Q$ ), чел
1	8,6	2	21
2	16,5	2	43
3	8,6	6	9
4	16,5	6	21
5	7,0	4	66
6	18,1	4	25
7	12,6	1	22
8	12,6	7	16
9	12,6	4	20
10	12,6	4	21
11	12,6	4	7
12	12,6	4	22

Таблица 2.18 – Таблица эксперимента для обратного направления

№ опыта	Планируемые значения показателей		Значения функции отклика
	$X_1$	$X_2$	Пассажиропоток ( $Q$ ), чел
1	9,2	2	22
2	17,0	2	20
3	9,2	6	23
4	17,0	6	9
5	7,6	4	62
6	18,6	4	22
7	13,1	1	22
8	13,1	7	9
9	13,1	4	25
10	13,1	4	17
11	13,1	4	8
12	13,1	4	33

Осуществляем обработку экспериментальных данных (регрессионный анализ).

Определяются значения коэффициентов регрессии  $b_0, b_1, b_2, b_{11}, b_{22}, b_{12}$ .

Для прямого направления.

$$b_0 = \frac{0,66667}{12} \cdot [2 \cdot 0,75^2 \cdot (2+2) \cdot 293 - 2 \cdot 0,75 \cdot 1,5 \cdot (275,94 + 169,98)] = 17,50,$$

$$b_1 = \frac{1,5}{12} \cdot (-23,974) = -3,$$

$$b_2 = \frac{1,5}{12} \cdot (-42,484) = -5,31,$$

$$b_{11} = \frac{0,66667}{12} \cdot [1,5^2 \cdot ((2+2) \cdot 0,75 - 2) \cdot 275,94 + 1,5^2 \cdot (1 - 0,75) \cdot (275,94 + 169,97) - 2 \cdot 0,75 \cdot 1,5 \cdot 293] = -11,81,$$

$$b_{22} = \frac{0,66667}{12} \cdot [1,5^2 \cdot ((2+2) \cdot 0,75 - 2) \cdot 169,98 + 1,5^2 \cdot (1 - 0,75) \cdot (275,94 + 169,97) - 2 \cdot 0,75 \cdot 1,5 \cdot 338] = -1,44,$$

$$b_{12} = \frac{1,5^2}{(12 \cdot 0,75)} \cdot (-10) = 2,50.$$

Для обратного направления

$$b_0 = \frac{0,66667}{12} \cdot [2 \cdot 0,75^2 \cdot (2+2) \cdot 272 + 2 \cdot 0,75 \cdot 1,5 \cdot (241,95 + 135,98)] = 20,75,$$

$$b_1 = \frac{1,5}{12} \cdot (-72,56) = -9,07,$$

$$b_2 = \frac{1,5}{12} \cdot (-28,382) = -3,55,$$

$$b_{11} = \frac{0,66667}{12} \cdot [1,5^2 \cdot ((2+2) \cdot 0,75 - 2) \cdot 241,95 + 1,5^2 \cdot (1 - 0,75) \cdot (241,95 + 135,98) - 2 \cdot 0,75 \cdot 1,5 \cdot 272] = 8,06,$$

$$b_{22} = \frac{0,66667}{12} \cdot [1,5^2 \cdot ((2+2) \cdot 0,75 - 2) \cdot 135,98 + 1,5^2 \cdot (1 - 0,75) \cdot (241,95 + 135,98) - 2 \cdot 0,75 \cdot 1,5 \cdot 272] = -5,19,$$

$$b_{12} = \frac{1,5^2}{(12 \cdot 0,75)} \cdot (-12) = -3,$$

где  $k=2$  – количество переменных ( $X_1 X_2$ );  
 $N=12$  – количество экспериментов;  
 $n_0=4$  – число нулевых точек;  
 $n_{II}=N-n_0=12-4=8$  – число периферийных точек;  
 $(OQ), (iQ), (iiQ), (ijQ)$  – коэффициенты сумм;  
 $C, A, \lambda_U$  – коэффициенты, определяемые по формулам.

$$C = \frac{12}{1+1+1+1+1,9994+1,9994} = 1,5002,$$

$$A = \frac{1}{2 \cdot 0,75 \cdot \sqrt{(2+2) \cdot 0,75 - 2}} = 0,66667,$$

$$\lambda_U = \frac{2 \cdot (4+8)}{(2+2) \cdot 8} = 0,75.$$

Подсчёт коэффициентов суммы:  
 для прямого направления

$$(Q_0) = 21+43+9+21+66+25+22+16+20+21+7+22=293,$$

$$(Q_1) = (-1 \cdot 21) + (1 \cdot 43) + (-1 \cdot 9) + (1 \cdot 21) + (-1,414 \cdot 66) + (1,414 \cdot 25) + (0 \cdot 22) + (0 \cdot 16) + (0 \cdot 20) + (0 \cdot 21) + (0 \cdot 7) + (0 \cdot 22) = -23,97,$$

$$(Q_2) = (-1 \cdot 21) + (-1 \cdot 43) + (1 \cdot 9) + (1 \cdot 21) + (0 \cdot 66) + (0 \cdot 25) + (-1,414 \cdot 22) + (1,414 \cdot 16) + (0 \cdot 20) + (0 \cdot 21) + (0 \cdot 7) + (0 \cdot 22) = -42,48,$$

$$(Q_{11}) = (1 \cdot 21) + (1 \cdot 43) + (1 \cdot 9) + (1 \cdot 21) + (2,0 \cdot 66) + (2,0 \cdot 25) + (0 \cdot 22) + (0 \cdot 16) + (0 \cdot 20) + (0 \cdot 21) + (0 \cdot 7) + (0 \cdot 22) = 275,95,$$

$$(Q_{22}) = (1 \cdot 21) + (1 \cdot 43) + (1 \cdot 9) + (1 \cdot 21) + (0 \cdot 66) + (0 \cdot 25) + (2,0 \cdot 22) + (2,0 \cdot 16) + (0 \cdot 20) + (0 \cdot 21) + (0 \cdot 7) + (0 \cdot 22) = 169,98,$$

$$(Q_{12}) = (1 \cdot 21) + (-1 \cdot 43) + (-1 \cdot 9) + (1 \cdot 21) + (0 \cdot 66) + (0 \cdot 25) + (0 \cdot 22) + (0 \cdot 16) + (0 \cdot 20) + (0 \cdot 21) + (0 \cdot 7) + (0 \cdot 22) = -10,$$

для обратного направления

$$(Q_0) = 22+20+23+9+62+22+22+9+25+17+8+33=272,$$

$$(Q_1) = (-1 \cdot 22) + (1 \cdot 20) + (-1 \cdot 23) + (1 \cdot 9) + (-1,414 \cdot 62) + (1,414 \cdot 22) + (0 \cdot 22) + (0 \cdot 9) + (0 \cdot 25) + (0 \cdot 17) + (0 \cdot 8) + (0 \cdot 33) = -72,56,$$

$$(Q_2)=(-1\cdot22)+(-1\cdot20)+(1\cdot23)+(1\cdot9)+(0\cdot62)+(0\cdot22)+(-1,414\cdot22)+\\+(1,414\cdot9)+(0\cdot25)+(0\cdot17)+(0\cdot8)+(0\cdot33)=-28,38,$$

$$(Q_{11})=(1\cdot22)+(1\cdot20)+(1\cdot23)+(1\cdot9)+(2,0\cdot62)+(2,0\cdot22)+(0\cdot22)+\\+(0\cdot9)+(0\cdot25)+(0\cdot17)+(0\cdot8)+(0\cdot33)=241,95,$$

$$(Q_{22})=(1\cdot22)+(1\cdot20)+(1\cdot23)+(1\cdot9)+(0\cdot62)+(0\cdot22)+(2,0\cdot22)+\\+(2,0\cdot9)+(0\cdot25)+(0\cdot17)+(0\cdot8)+(0\cdot33)=135,98,$$

$$(Q_{12})=(1\cdot22)+(-1\cdot20)+(-1\cdot23)+(1\cdot9)+(0\cdot62)+(0\cdot22)+(0\cdot22)+\\+(0\cdot9)+(0\cdot25)+(0\cdot17)+(0\cdot8)+(0\cdot33)=-12.$$

Результаты расчётов коэффициентов суммы и показателей регрессии ( $b_{ij}$ ) для прямого и обратного направления троллейбусного маршрута сведены в таблицу 2.19, таблицу 2.20 соответственно.

Таблица 2.19 – Результаты расчётов коэффициентов суммы и показателей регрессии ( $b_{ij}$ ) в прямом направлении

Показатели	$X_0$	$X_1$	$X_2$	$X_1^2$	$X_2^2$	$X_1 \cdot X_2$
Коэф. Сумм $Y_{ij}$	293	-23,97	-42,48	275,95	169,98	-10
$b_{ij}$	17,50	-3,00	-5,31	11,81	-1,44	-2,50

Таблица 2.20 – Результаты расчётов коэффициентов суммы и показателей регрессии ( $b_{ij}$ ) в обратном направлении

Показатели	$X_0$	$X_1$	$X_2$	$X_1^2$	$X_2^2$	$X_1 \cdot X_2$
Коэф. Сумм $Y_{ij}$	272	-72,56	-28,38	241,95	135,98	-12
$b_{ij}$	20,75	-9,07	-3,55	8,06	-5,19	-3,00

Определение ошибки регрессионного анализа.

Сумма квадратов результатов наблюдений:  
для прямого направления

$$Q_0=21^2+43^2+9^2+21^2+66^2+25^2+22^2+16^2+20^2+21^2+7^2+22^2=9907,$$

для обратного направления

$$Q_0=22^2+20^2+23^2+9^2+62^2+22^2+22^2+9^2+25^2+17^2+8^2+33^2=8454.$$

Сумма квадратов, связанная со свободным членом (корректирующий фактор):

для прямого направления

$$S_0=\frac{293^2}{12}=7154,083,$$

для обратного направления

$$S_0 = \frac{272^2}{12} = 6165,33.$$

Число степеней свободы  $f_0 = 1$ .

Сумма квадратов, связанная с членами первой степени:  
для прямого направления

$$S_{1,0} = -3 \cdot (-23,97) + (-5,31) \cdot (-42,48) = 297,50,$$

для обратного направления

$$S_{1,0} = -9,07 \cdot (-72,56) + (-3,55) \cdot (-28,38) = 758,93.$$

Число степеней свободы

$$f_{1,0} = k = 2.$$

Сумма квадратов, связанная с членами второй степени:  
для прямого направления

$$S_{2,1,0} = \frac{17,50 \cdot 293 + (11,81) \cdot 275,95 + (-1,44) \cdot 169,98 + (-2,50) \cdot (-10) - 293^2}{12} = 1013,98,$$

для обратного направления

$$S_{2,1,0} = \frac{20,75 \cdot 272 + 8,06 \cdot 241,95 + (-5,19) \cdot 135,98 + (-3) \cdot (-12) - 272^2}{12} = 760,05.$$

Число степеней свободы

$$f_{2,1,0} = \frac{2 \cdot (2+1)}{2} = 3.$$

Сумма квадратов, связанная с коэффициентом регрессии:  
для прямого направления

$$S_{0,1,2} = 297,50 + 1013,98 + 7154,08 = 8465,56,$$

для обратного направления

$$S_{0,1,2} = 758,93 + 760,05 + 6165,33 = 7684,31.$$

Число степеней свободы

$$f = \frac{(2+3) \cdot (2+2)}{2} = 10.$$

Остаточная сумма квадратов:  
для прямого направления

$$S_R = 9907 - 8465,56 = 1441,44,$$

для обратного направления

$$S_R = 8454 - 7684,31 = 769,69.$$

Число степеней свободы

$$f_R = 12 - \frac{(2+2) \cdot (2+1)}{2} = 6.$$

Сумма квадратов, характеризующая ошибку опыта:  
для прямого направления

$$S_E = (20 - 17,50)^2 + (21 - 17,50)^2 + (7 - 17,50)^2 + (22 - 17,50)^2 = 149,$$

для обратного направления

$$S_E = (25 - 20,75)^2 + (17 - 20,75)^2 + (8 - 20,75)^2 + (33 - 20,75)^2 = 344,75.$$

Число степеней свободы

$$f_E = 4 - 1 = 3.$$

Сумма квадратов, характеризующая неадекватность:  
для прямого направления

$$S_{LF} = 1441,44 - 149 = 1292,44,$$

для обратного направления

$$S_{LF} = 769,69 - 344,75 = 424,94.$$

Число степеней свободы

$$f_{LF} = 6 - 3 = 3.$$

Подсчёт дисперсий.

- а) Связанной с членами первой степени:  
для прямого направления

$$S_{1.0}^2 = \frac{297,50}{2} = 148,75,$$

для обратного направления

$$S_{1.0}^2 = \frac{758,93}{2} = 379,46.$$

- б) Связанной с членами второй степени:  
для прямого направления

$$S_{2.1.0}^2 = \frac{1013,98}{3} = 337,99,$$

для обратного направления

$$S_{2.1.0}^2 = \frac{760,05}{3} = 253,35.$$

- в) Характеризующей неадекватность:  
для прямого направления

$$S_{LF}^2 = \frac{1292,44}{3} = 430,81,$$

для обратного направления

$$S_{LF}^2 = \frac{424,94}{3} = 141,65.$$

- г) Характеризующей ошибку опыта:  
для прямого направления

$$S_E^2 = \frac{149}{3} = 49,67,$$

для обратного направления

$$S_E^2 = \frac{344,75}{3} = 114,92.$$

Результаты расчётов определения ошибки регрессионного анализа связанной с коэффициентами для прямого и обратного направления троллейбусного маршрута, представлены в таблице 2.21, таблице 2.22 соответственно.

Таблица 2.21 – Результаты расчётов ошибки регрессионного анализа связанной с коэффициентами в прямом направлении

Показатели	$\sum Y$	$\sum X_0$	$\sum X_1$	$\sum X_2$	$\sum X_1^2$	$\sum X_2^2$	$\sum X_1 \cdot X_2$
$S$	9907	7154,08	297,50		1013,98		
$f$	-	1	2		3		
$S^2$	-	-	148,75		337,99		

Таблица 2.22 – Результаты расчётов ошибки регрессионного анализа связанной с коэффициентами в обратном направлении

Показатели	$\sum Y$	$\sum X_0$	$\sum X_1$	$\sum X_2$	$\sum X_1^2$	$\sum X_2^2$	$\sum X_1 \cdot X_2$
$S$	8454	6165,33	758,93		760,05		
$f$	-	1	2		3		
$S^2$	-	-	379,46		253,35		

Результаты расчётов определения ошибки регрессионного анализа, характеризующей точность проведённого эксперимента для прямого и обратного направления троллейбусного маршрута, представлены в таблице 2.23, таблице 2.24 соответственно.

Таблица 2.23 – Результаты расчётов ошибки регрессионного анализа характеризующей точность проведённого эксперимента в прямом направлении

Показатели	Связанная с коэффициентом регрессии	Остаточная	Характеризующая ошибку	Характеризующая неадекватность
$S^*$	8465,56	1441,44	149,00	1292,44
$f^*$	10	6	3	3
$S^{2*}$	-	-	49,67	430,81

Таблица 2.24 – Результаты расчётов ошибки регрессионного анализа характеризующей точность проведённого эксперимента в обратном направлении

Показатели	Связанная с коэффициентом регрессии	Остаточная	Характеризующая ошибку	Характеризующая неадекватность
$S$	7684,31	769,69	344,75	424,94
$f$	10	6	3	3
$S^2$	-	-	114,92	141,65

Примечание:  $S$  – сумма квадратов,  $f$  – число степеней свободы,  $S^2$  – дисперсия.

Подсчёт дисперсионных отношений (критерий Фишера).

Для оценки значимости линейных членов:

в прямом направлении

$$F_I = \frac{148,75}{49,67} = 2,995,$$

в обратном направлении

$$F_I = \frac{379,46}{114,92} = 3,302.$$



Для оценки значимости членов второй степени:  
в прямом направлении

$$F_2 = \frac{337,99}{49,67} = 6,805,$$

в обратном направлении

$$F_2 = \frac{253,35}{114,92} = 2,205.$$

Для проверки неадекватности:  
в прямом направлении

$$F_3 = \frac{430,81}{149,67} = 8,674,$$

в обратном направлении

$$F_3 = \frac{141,65}{114,92} = 1,233.$$

Результаты расчетных критериев Фишера планирования эксперимента, для прямого и обратного направления троллейбусного маршрута, представлены в таблице 2.25 и 2.26 соответственно.

Таблица 2.25 – Результаты расчетных критериев Фишера планирования эксперимента в прямом направлении

Критерии Фишера предназначенные для:	$F = S^2/S_e^2$	$ff_e$	Табл
Оценка значимости линейных членов	2,995	0,667	9,55
Оценка значимости членов второй степени	6,805	1	9,28
Проверка неадекватности	8,674	1	9,28

Таблица 2.26 – Результаты расчетных критериев Фишера планирования эксперимента в обратном направлении

Критерии Фишера предназначенные для:	$F = S^2/S_e^2$	$ff_e$	Табл
Оценка значимости линейных членов	3,302	0,667	9,55
Оценка значимости членов второй степени	2,205	1	9,28
Проверка неадекватности	1,233	1	9,28

Сравнивая значения расчетных критериев Фишера с табличными значениями для подтверждения выбранного планирования эксперимента необходимо выполнить условие  $F_{расч} < F_{табл}$ , при уровне значимости  $\alpha = 0,01$ .

Ошибка в определении коэффициентов регрессии.

а) Для свободного члена:

дисперсия  
в прямом направлении

$$\sigma^2(b_0) = \frac{2 \cdot 0,66667 \cdot 0,75^2 \cdot (2+2) \cdot 49,67}{12} = 12,41,$$

в обратном направлении

$$\sigma^2(b_0) = \frac{2 \cdot 0,66667 \cdot 0,75^2 \cdot (2+2) \cdot 114,92}{12} = 28,73,$$

ошибка  
в прямом направлении

$$\sigma(b_0) = \sqrt{12,42} = 3,52,$$

в обратном направлении

$$\sigma(b_0) = \sqrt{28,73} = 5,36.$$

б) Для членов первого порядка:

дисперсия  
в прямом направлении

$$\sigma^2(b_{1,2}) = \frac{1,5^2 \cdot 49,67}{12} = 9,32,$$

в обратном направлении

$$\sigma^2(b_{1,2}) = \frac{1,5^2 \cdot 114,92}{12} = 21,55,$$

ошибка  
в прямом направлении

$$\sigma(b_{1,2}) = \sqrt{9,32} = 3,05,$$

в обратном направлении

$$\sigma(b_{1,2}) = \sqrt{21,55} = 4,64.$$

в) При квадратных членах:

дисперсия

в прямом направлении

$$\sigma^2(b_1^2, b_2^2) = \frac{0,6667 \cdot (0,75^2 \cdot (2+1) - (2-1) \cdot 1,5^2 \cdot 49,67)}{12} = 4,27,$$

в обратном направлении

$$\sigma^2(b_1^2, b_2^2) = \frac{0,6667 \cdot (0,75^2 \cdot (2+1) - (2-1) \cdot 1,5^2 \cdot 114,92)}{12} = 9,88,$$

ошибка

в прямом направлении

$$\sigma(b_1^2, b_2^2) = \sqrt{4,27} = 2,07,$$

в обратном направлении

$$\sigma(b_1^2, b_2^2) = \sqrt{9,88} = 3,14.$$

г) При взаимодействии:

дисперсия

в прямом направлении

$$\sigma^2(b_1, b_2) = \frac{1,5^2 \cdot 49,67}{12} = 9,32,$$

в обратном направлении

$$\sigma^2(b_1, b_2) = \frac{1,5^2 \cdot 114,92}{12} = 21,55,$$

ошибка

в прямом направлении

$$\sigma(b_1, b_2) = \sqrt{9,32} = 3,05,$$

в обратном направлении

$$\sigma(b_1, b_2) = \sqrt{21,55} = 4,64.$$

Результаты расчета ошибки в определении коэффициентов регрессии для прямого и обратного направления троллейбусного маршрута, представлены в таблице 2.27 и 2.28 соответственно.

Таблица 2.27 – Результаты расчета ошибки в определении коэффициентов регрессии в прямом направлении

Показатели	$X_0$	$X_1$	$X_2$	$X_1^2$	$X_2^2$	$X_1 \cdot X_2$
$\sigma$	12,42	9,32		4,27		9,32
$\sigma^2$	3,52	3,05		2,07		3,05

Таблица 2.28 – Результаты расчета ошибки в определении коэффициентов регрессии в обратном направлении

Показатели	$X_0$	$X_1$	$X_2$	$X_1^2$	$X_2^2$	$X_1 \cdot X_2$
$\sigma$	28,73	21,55		9,88		21,55
$\sigma^2$	5,36	4,64		3,14		4,64

Примечание:  $\sigma$  – дисперсия,  $\sigma^2$  – среднее квадратическое отклонение.

Далее выполняется приведение уравнения регрессии к натуральному виду (к декартовым координатам). Приведение заключается в подстановке натуральных переменных, с учётом нулевого уровня параметра и интервала варьирования в уравнение.

Используя уравнение (2.48) определим натуральную переменную  $X_i$  с учетом  $T_{сут}$  – время суток, час:

для прямого направления

$$X_i = \frac{T_{сут} - 12,55}{16,48 - 12,55},$$

для обратного направления

$$X_i = \frac{T_{сут} - 13,1}{16,99 - 13,1}.$$

Также используя уравнение (2.48) определим натуральную переменную  $x_i$  с учетом  $D$  – дня недели.

для прямого и обратного направления

$$x_i = \frac{D - 4}{6,12 - 4}.$$

Подставляем получившиеся выражения в уравнение (2.1) и определяем его нормальный вид.

Для троллейбусного маршрута №7 (7а) уравнение регрессии имеет вид

в прямом направлении

$$Q = 17,50 + (-3) \cdot \frac{T_{сут} - 12,55}{16,48 - 12,55} + (-5,31) \cdot \frac{D - 4}{6,12 - 4} \cdot 11,81 \cdot \left( \frac{T_{сут} - 12,55}{16,48 - 12,55} \right)^2 + (-1,44) \cdot \left( \frac{D - 4}{6,12 - 4} \right)^2 + (-2,50) \cdot \frac{T_{сут} - 12,55}{16,48 - 12,55} \cdot \frac{D - 4}{6,12 - 4} = 17,$$

в обратном направлении

$$Q = 20,75 + (-9,07) \cdot \frac{T_{\text{сут-13,1}}}{16,99-13,1} + (-3,55) \cdot \frac{D-4}{6,12-4} \cdot (8,06) \cdot \left( \frac{T_{\text{сут-13,1}}}{16,99-13,1} \right)^2 +$$

$$+ (-5,19) \cdot \left( \frac{D-4}{6,12-4} \right)^2 + (-3) \cdot \frac{T_{\text{сут-13,1}}}{16,99-13,1} \cdot \frac{D-4}{6,12-4} = 16.$$

Используя полученное выражение, определим количество провезенных пассажиров одним троллейбусом для остального времени суток и дней недели в прямом (таблица 2.29, графического листа 4) и обратном направлении (таблица 2.30, графического листа 4) за один оборот.

Таблица 2.29 – Расчет объема перевезенных пассажиров в прямом направлении

Месяц сезона	День недели						
Час суток	понедельник	вторник	среда	четверг	пятница	суббота	воскресенье
7-8	45	46	46	45	44	42	45
8-9	37	38	38	37	35	33	37
9-10	31	31	31	30	28	26	31
10-11	27	27	26	24	22	20	27
11-12	24	23	22	21	18	15	24
12-13	22	22	20	18	15	12	22
13-14	22	21	20	17	14	11	22
14-15	24	23	21	18	15	11	24
15-16	27	25	23	20	17	12	27
16-17	32	30	27	24	20	16	32
17-18	38	36	33	29	25	20	38
18-19	46	43	40	36	32	27	46

Таблица 2.30 – Расчет объема перевезенных пассажиров в обратном направлении

Месяц сезона	День недели						
Час суток	понедельник	вторник	среда	четверг	пятница	суббота	воскресенье
7-8	43	49	53	55	54	51	46
8-9	36	42	45	47	46	42	37
9-10	29	35	38	39	38	34	28
10-11	24	30	32	33	31	27	21
11-12	20	25	28	28	26	22	15
12-13	17	22	24	24	22	17	10
13-14	16	20	21	21	18	13	6
14-15	15	18	20	19	16	10	3
15-16	15	18	19	18	15	9	1
16-17	16	19	20	18	15	8	0
17-18	19	21	22	20	16	9	0
18-19	22	24	24	22	18	11	1

## 2.3 Расчет корреспонденции пассажиров

Потребность населения в передвижениях определяется уровнем развития общества, его социальной структурой, уровнем развития общественного производства, сложившимся укладом жизни, характером расселения по тер-

ритории города, планировкой и численностью населения города, административным значением, расположением промышленных, бытовых и культурных объектов и др.

Перемещение людей можно представить в виде суммы передвижений, то есть его корреспонденций. Корреспонденцией называют перемещение людей от момента входа в транспортное средство до момента выхода из него.

Транспортную структуру населения характеризуют следующие параметры:

- Группа А. Самодеятельное (работающее) население, включая работающих пенсионеров.
- Группа Б. Несамостоятельное население с высокой подвижностью (учащиеся кроме школьников).
- Группа В. Несамостоятельное население с низкой подвижностью (дети, неработающие пенсионеры, инвалиды).

Расчёт корреспонденции пассажиров, предполагает распределение пассажиров по остановочным пунктам на маршруте, основываясь на статистические экспериментальные (исходные) данные (См. пункт ...) пассажиропотоков в целом по маршруту за рейс, а так же определение доли (количества) пассажиров, которые ехали от одной остановки до другой по пассажирским перегонам.

Методика статистического анализа расчёта корреспонденции пассажиров заключается в обработке статистической информации перед расчётом корреспонденции пассажиров.

Статистическая обработка информации заключается: в определении статистического распределения выборки.

Статистическим распределением выборки называют перечень вариантов  $x_i$ , в нашем случае - перечень остановочных пунктов маршрута, вариационного ряда и соответствующих им фактических частот появления определенного количества пассажиров в салоне подвижного состава  $n_i$  (сумма всех частот равна объёму выборки  $n$ ) на маршруте. Определенное количество пассажиров (частота) оценивается в долях от количества вошедших (получивших билет) пассажиров в прямом (обратном) направлении.

Начнем расчёт корреспонденции пассажиров с введения условных основных параметров (переменных), которые необходимы при статистической обработке и анализе исходных данных, в них входят:

1. Распределение общего времени рейса троллейбусного маршрута № 7 (7а) по суточным временным отрезкам (Утро, день, вечер) в целом по маршруту за рейс.

- Утро (У) — 05:00:00 — 11:59:59 (продолжительность 7 часов).
- День (Д) — 12:00:00 — 16:59:59 (продолжительность 6 часов).
- Вечер (В) — 17:00:00 — 23:59:59 (продолжительность 7 часов).

2. Осуществление пассажирских перевозок в будничные дни ( $\bar{b}$ ) и выходные дни недели ( $\bar{v}$ ) в соответствии с производственным календарем 2015 года.

Опираясь на статистические данные проведенных двенадцати экспериментов (См. пункт 2.2), а так же вышеупомянутых основных параметров маршрута, определим:

1. Количество вошедших и вышедших пассажиров на каждом остановочном пункте, по каждому перегону.

2. Среднее количество вошедших и вышедших пассажиров на каждом остановочном пункте.

3. Долю от общего среднего количества вошедших и вышедших пассажиров в прямом и обратном направлении по каждому эксперименту.

Доля от общего количества вошедших и вышедших пассажиров определяется по формуле

$$d_i = \frac{q_i}{P_g}, \quad (2.49)$$

где  $q_i$  – среднее количество вошедших и вышедших пассажиров на каждом данном пункте;

$P_g$  – общее среднее количество вошедших и вышедших пассажиров по направлениям.

Результаты расчета транспортной корреспонденции для прямого направления троллейбусного маршрута №7, представлены в таблице 2.31.

Таблица 2.31 – Результаты расчета транспортной корреспонденции для прямого направления маршрута № 7

Название остановочного пункта	Параметры маршрута									
	Будние дни, утро, прямое направление				Выходные дни, утро, прямое направление					
	Количество вошедших и вышедших пассажиров по остановочным пунктам		Среднее количество вошедших и вышедших пассажиров	Доля вошедших и вышедших пассажиров	Количество вошедших и вышедших пассажиров по остановочным пунктам	Среднее количество вошедших и вышедших пассажиров	Доля вошедших и вышедших пассажиров			
								Эксперимент		Эксперимент
								№1	№5	№3
1	2	3	4	5	6	7	8			
“Полярная”	3	11	7	0,16	0	0	0,00			
Ул. Братская	2	7	5	0,11	1	1	0,11			
Автошкола	0	3	2	0,05	0	0	0,00			
Школа №5	3	3	3	0,07	1	1	0,11			
Национальная гимназия	1	2	2	0,05	0	0	0,00			
Пенсионный фонд	3	2	3	0,07	0	0	0,00			
ЗАГС	7	10	9	0,20	2	2	0,22			
Ул. Чехова	6	5	6	0,14	2	2	0,22			
Главпочтамт	6	4	5	0,11	1	1	0,11			
Отделение дороги	2	5	4	0,09	3	3	0,33			
Ж/Д вокзал	2	11	7	0,16	1	1	0,11			
Трудовая	1	15	8	0,18	0	0	0,00			
Мелькомбинат	2	3	3	0,07	2	2	0,22			

### Окончание таблицы 2.31

1	2	3	4	5	6	7	8
Ул. Володарского	0	10	5	0,11	2	2	0,22
Поликлиника	3	9	6	0,14	1	1	0,11
Троллейбусное управление	1	4	3	0,07	0	0	0,00
ЮЭС	0	0	0	0,00	0	0	0,00
АЯН	0	6	3	0,07	0	0	0,00
МЖФ	0	6	3	0,07	1	1	0,11
Складская	0	16	8	0,18	1	1	0,11
<b>Вошло всего</b>	<b>21</b>	<b>66</b>	<b>44</b>		<b>9</b>	<b>9</b>	

Результаты расчета транспортной корреспонденции для прямого направления троллейбусного маршрута №7а, представлены в таблице 2.32.

Таблица 2.32 – Результаты расчета транспортной корреспонденции для прямого направления маршрута № 7а

Название остановочного пункта	Параметры маршрута											
	Будние дни, день, прямое направление											
	Количество вошедших и вышедших пассажиров по остановочным пунктам					Среднее количество вошедших и вышедших пассажиров	Доля вошедших и вышедших пассажиров					
								Эксперимент				
								№7	№9	№10	№11	№12
“Полярная”	1	2	0	1	6	2	0,11					
Ул. Братская	1	1	1	0	0	1	0,06					
Автошкола	0	2	1	0	0	1	0,06					
Школа №5	0	0	2	0	3	1	0,06					
Национальная гимназия	2	0	3	1	5	2	0,11					
Пенсионный фонд	2	0	4	2	2	2	0,11					
ЗАГС	5	2	6	2	5	4	0,22					
Ул. Чехова	4	5	3	1	5	4	0,22					
Главпочтамт	6	7	7	3	5	6	0,33					
Отделение дороги	2	1	2	0	0	1	0,06					
Ж/Д вокзал	2	7	4	0	1	3	0,17					
Трудовая	9	8	2	0	2	4	0,22					
Мелькомбинат	3	2	0	2	3	2	0,11					
Магазин "Фермер"	2	2	2	0	1	1	0,06					
Мясокомбинат	1	1	1	2	0	1	0,06					
Зоопарк	4	0	4	0	6	3	0,17					
Вошло всего	22	20	21	7	22	18						



Таблица 2.33 – Результаты расчета транспортной корреспонденции для прямого направления маршрута № 7а

Название остановочного пункта	Параметры маршрута					
	Выходные дни, день, прямое направление			Будние дни, вечер, прямое направление		
	Количество вошедших и вышедших пассажиров по остановочным пунктам	Среднее количество вошедших и вышедших пассажиров	Доля вошедших и вышедших пассажиров	Количество вошедших и вышедших пассажиров по остановочным пунктам	Среднее количество вошедших и вышедших пассажиров	Доля вошедших и вышедших пассажиров
	Эксперимент №8			Эксперимент №6		
“Полярная”	0	0	0,00	1	1	0,04
Ул. Братская	6	6	0,38	1	1	0,04
Автошкола	5	5	0,31	2	2	0,08
Школа №5	1	1	0,06	3	3	0,12
Национальная гимназия	0	0	0,00	2	2	0,08
Пенсионный фонд	1	1	0,06	2	2	0,08
ЗАГС	2	2	0,13	9	9	0,36
Ул. Чехова	2	2	0,13	6	6	0,24
Главпочтамт	4	4	0,25	7	7	0,28
Отделение дороги	3	3	0,19	1	1	0,04
Ж/Д вокзал	1	1	0,06	0	0	0,00
Трудовая	3	3	0,19	6	6	0,24
Мелькомбинат	4	4	0,25	3	3	0,12
Магазин "Фермер"	0	0	0,00	1	1	0,04
Мясокомбинат	0	0	0,00	2	2	0,08
Зоопарк	0	0	0,00	4	4	0,16
<b>Вошло всего</b>	<b>16</b>	<b>16</b>		<b>25</b>	<b>25</b>	

Результаты расчета транспортной корреспонденции для обратного направления троллейбусного маршрута №1, представлены в таблице 2.34.

Таблица 2.34 – Результаты расчета транспортной корреспонденции для обратно направления маршрута № 7

Название остановочного пункта	Параметры маршрута										
	Будние дни, утро, обратное направление				Выходные дни, утро, обратное направление						
	Количество вошедших и вышедших пассажиров по остановочным пунктам		Среднее количество вошедших и вышедших пассажиров	Доля вошедших и вышедших пассажиров	Количество вошедших и вышедших пассажиров по остановочным пунктам	Среднее количество вошедших и вышедших пассажиров	Доля вошедших и вышедших пассажиров				
								Эксперимент		Эксперимент	
								№1	№5	№3	
1	2	3	4	5	6	7	8				
Складская	5	1	3	0,07	2	2	0,09				
МЖФ	1	1	1	0,02	0	0	0,00				
АЯН	0	2	1	0,02	0	0	0,00				
ЮЭС	0	2	1	0,02	0	0	0,00				
Троллейбусное управление	0	9	5	0,12	0	0	0,00				
Поликлиника	2	4	3	0,07	2	2	0,09				

### Окончание таблицы 2.34

1	2	3	4	5	6	7	8
Ул. Володарского	2	2	2	0,05	2	2	0,09
Мелькомбинат	3	7	5	0,12	0	0	0,00
Трудовая	3	13	8	0,19	4	4	0,17
Ж/Д Вокзал	4	10	7	0,17	5	5	0,22
Главпочтамт	6	11	9	0,21	6	6	0,26
Ул. Чехова	6	6	6	0,14	5	5	0,22
ЗАГС	6	9	8	0,19	4	4	0,17
Пенсионный фонд	2	4	3	0,07	3	3	0,13
Национальная гимназия	0	25	13	0,31	0	0	0,00
Школа №5	2	12	7	0,17	4	4	0,17
Автошкола	1	2	2	0,05	3	3	0,13
Ул. Братская	1	3	2	0,05	5	5	0,22
“Полярная”	0	1	1	0,02	1	1	0,04
<b>Вошло всего</b>	<b>22</b>	<b>62</b>	<b>42</b>		<b>23</b>	<b>23</b>	

Результаты расчета транспортной корреспонденции для обратного направления троллейбусного маршрута №7а, представлены в таблице 2.35.

Таблица 2.35 – Результаты расчета транспортной корреспонденции для обратного направления маршрута № 7а

Название остановочного пункта	Параметры маршрута											
	Будние дни, день, обратное направление											
	Количество вошедших и вышедших пассажиров по остановочным пунктам					Среднее количество вошедших и вышедших пассажиров	Доля вошедших и вышедших пассажиров					
								Эксперимент				
								№7	№9	№10	№11	№12
Зоопарк	3	0	3	2	7	3	0,14					
Троллейбусное управление	2	4	3	0	0	2	0,10					
Поликлиника	1	4	5	3	7	4	0,19					
Ул. Володарского	2	1	0	0	2	1	0,05					
Мелькомбинат	4	1	1	0	3	2	0,10					
Трудовая	2	9	0	0	10	4	0,19					
Ж/Д Вокзал	1	5	4	0	3	3	0,14					
Главпочтамт	9	4	6	4	8	6	0,29					
Ул. Чехова	4	4	4	3	6	4	0,19					
ЗАГС	5	6	4	1	5	4	0,19					
Пенсионный фонд	0	4	0	1	3	2	0,10					
Национальная гимназия	3	2	2	1	4	2	0,10					
Школа №5	2	0	1	0	2	1	0,05					
Автошкола	4	3	0	1	3	2	0,10					
Ул. Братская	2	0	0	0	0	0	0,00					
“Полярная”	0	3	1	0	3	1	0,05					
Вошло всего	22	25	17	8	33	21						

Таблица 2.36 – Результаты расчета транспортной корреспонденции для обратного направления маршрута № 7а

Название остановочного пункта	Параметры маршрута					
	Выходные дни, день, обратное направление			Будние дни, вечер, обратное направление		
	Количество вошедших и вышедших пассажиров по остановочным пунктам	Среднее количество вошедших и вышедших пассажиров	Доля вошедших и вышедших пассажиров	Количество вошедших и вышедших пассажиров по остановочным пунктам	Среднее количество вошедших и вышедших пассажиров	Доля вошедших и вышедших пассажиров
	Эксперимент			Эксперимент		
	№8			№6		
Зоопарк	0	0	0,00	3	3	0,14
Троллейбусное управление	2	2	0,22	0	0	0,00
Поликлиника	1	1	0,11	3	3	0,14
Ул. Володарского	0	0	0,00	0	0	0,00
Мелькомбинат	0	0	0,00	0	0	0,00
Трудовая	4	4	0,44	1	1	0,05
Ж/Д Вокзал	0	0	0,00	1	1	0,05
Главпочтамт	7	7	0,78	10	10	0,45
Ул. Чехова	2	2	0,22	5	5	0,23
ЗАГС	2	2	0,22	4	4	0,18
Пенсионный фонд	0	0	0,00	2	2	0,09
Национальная гимназия	0	0	0,00	2	2	0,09
Школа №5	0	0	0,00	0	0	0,00
Автошкола	0	0	0,00	5	5	0,23
Ул. Братская	0	0	0,00	7	7	0,32
“Полярная”	0	0	0,00	1	1	0,05
<b>Вошло всего</b>	<b>9</b>	<b>9</b>		<b>22</b>	<b>22</b>	

На основании расчётных данных, составим общую таблицу итогов расчёта корреспонденции пассажиров, дифференцируя их по условным параметрам троллейбусного маршрута № 7 (7а), приведем их в таблицу 2. 37.

Таблица 2.37 –Результаты расчёта корреспонденции пассажиров

Прямое направление					Обратное направление				
Выходные дни		Будние дни			Выходные дни		Будние дни		
День	Утро	Вечер	День	Утро	День	Утро	Вечер	День	Утро
0,19	0,00	0,04	0,14	0,16	0,33	0,09	0,14	0,10	0,07
0,10	0,11	0,04	0,07	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
0,29	0,00	0,08	0,09	0,05	0,00	0,00	0,14	0,00	0,02
0,14	0,11	0,12	0,23	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
0,05	0,00	0,08	0,28	0,05	0,11	0,00	0,00	0,15	0,12
0,05	0,00	0,08	0,07	0,07	0,11	0,09	0,05	0,20	0,07
0,24	0,22	0,36	0,09	0,20	0,22	0,09	0,05	0,15	0,05
0,33	0,22	0,24	0,12	0,14	0,11	0,00	0,45	0,00	0,12
0,00	0,11	0,28	0,14	0,11	0,11	0,17	0,23	0,10	0,19
0,05	0,33	0,04	0,05	0,09	0,11	0,22	0,18	0,25	0,17
0,19	0,11	0	0,12	0,16	0,22	0,26	0,09	0,45	0,21
0,10	0,00	0,24	0,26	0,18	0,11	0,22	0,09	0,05	0,14
0,05	0,22	0,12	0,07	0,07	0,11	0,17	0,00	0,20	0,19
0,00	0,22	0,04	0,09	0,11	0,11	0,13	0,23	0,10	0,07
0,00	0,11	0,08	0,12	0,14	0,00	0,00	0,32	0,15	0,31
0,00	0,00	0,16	0,07	0,07	0,00	0,17	0,05	0,00	0,17
0,00	0,00		0,00	0,00	0,11	0,13		0,00	0,05
0,00	0,00		0,07	0,07	0,22	0,22		0,00	0,05
0,11	0,11		0,07	0,07	0,00	0,04		0,10	0,02
0,11	0,11		0,18	0,18					

Итоговым расчётом корреспонденции пассажиров является, изменение пассажиропотока по остановочным пунктам с учетом дней недели и часа суток для троллейбусного маршрута № 7 (7а) в прямом и обратном направлении имеет вид (графический лист 6), в обратном направлении (графический лист 7).

Основной задачей расчёта корреспонденции пассажиров является расчёт пассажиропотока по остановочным пунктам

$$P = \frac{Q}{d_i}, \quad (2.50)$$

где  $Q$  – количество провезенных пассажиров одним автобусом в прямом направлении за один оборот;

$d_i$  – доля от общего количества вошедших и вышедших пассажиров.

Получившийся результат округляется до ближайшего большего по модулю.

Расчёт корреспонденции пассажиров в прямом и обратном направлении представлен в таблице 2.38 (рисунок 2.1), таблице 2.40 (рисунок 2.2) соответственно.

Таблица 2.38 – Расчёт корреспонденции пассажиров в прямом направлении

День недели	Час суток	Количество вошедших пассажиров, $Q$	Номер остановочного пункта																				Маршрут
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Понедельник	7:00-8:00	45	6	5	2	3	2	3	8	6	5	4	6	7	3	5	6	3	0	3	3	7	7
	8:00-9:00	37	5	4	2	3	2	3	7	5	4	3	5	6	3	4	5	3	0	3	3	6	7
	9:00-10:00	31	5	4	2	2	2	2	6	4	4	3	5	5	2	4	4	2	0	2	2	5	7
	10:00-11:00	27	3	2	2	2	3	3	6	6	8	2	4	6	3	2	2	4					7а
	11:00-12:00	24	3	2	2	2	3	3	5	5	8	2	4	5	3	2	2	4					7а
	12:00-13:00	22	3	2	2	2	3	3	5	5	8	2	4	5	3	2	2	4					7а
	13:00-14:00	22	3	2	2	2	3	3	6	6	8	2	4	6	3	2	2	4					7а
	14:00-15:00	24	4	2	3	7	8	2	3	4	4	2	4	7	2	3	4	2	0	2	2	5	7
	15:00-16:00	27	5	3	3	8	9	3	3	4	5	2	4	9	3	3	4	3	0	3	3	6	7
	16:00-17:00	32	6	3	4	9	11	3	4	5	6	2	5	10	3	4	5	3	0	3	3	7	7
	17:00-18:00	38	7	4	5	11	13	4	5	6	7	3	6	12	4	5	6	4	0	4	4	9	7
	18:00-19:00	46	8	6	3	4	3	4	10	7	6	5	8	9	4	6	7	4	0	4	4	9	7

Дальнейшие расчеты транспортной корреспонденции пассажиров по остановочным пунктам приведены в графическом листе № 5.

Значения итоговых максимальных значений расчета корреспонденции пассажиров по дням недели распределенных по остановочным пунктам представлены в таблице 2.39.

Таблица 2.39 – Итоговые значения расчета корреспонденции пассажиров в прямом направлении

Остановки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$P_{max}$ по будням	4	2	2	4	7	6	4	7	11	10	12	8	11	4	17	10	3	3	3	4
$P_{max}$ по выходным	5	0	0	0	5	5	5	2	10	12	17	12	9	7	0	9	7	12	3	5

Диаграмма распределения пассажиров по остановочным пунктам в прямом направлении представлена на рисунке 2.1.

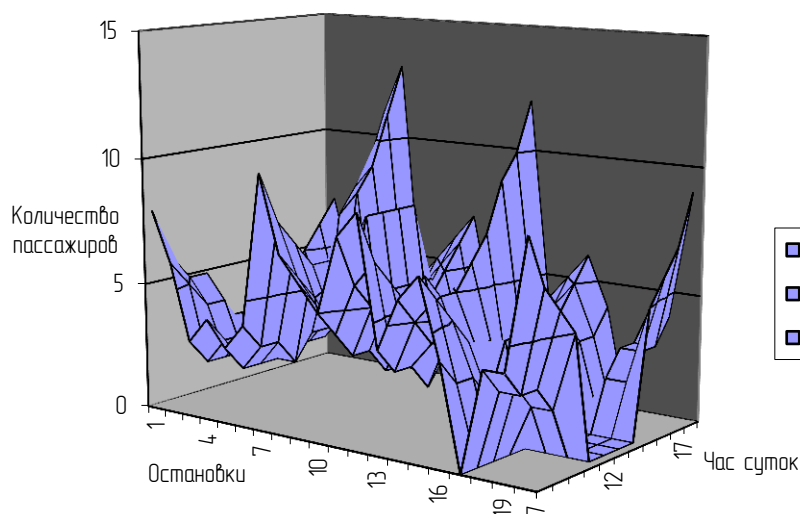


Рисунок 2.1 – Диаграмма распределения пассажиров по остановочным пунктам в прямом направлении

Таблица 2.40 – Расчет корреспонденции пассажиров в обратном направлении

День недели	Час суток	Количество вошедших пассажиров, $Q$	Номер остановочного пункта																				Маршрут
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Понедельник	7:00-8:00	43	4	2	2	2	6	4	3	6	9	8	10	7	9	4	14	8	3	3	2	4	7
	8:00-9:00	36	3	1	1	1	5	3	2	5	7	6	8	6	7	3	12	6	2	2	1	3	7
	9:00-10:00	29	3	1	1	1	4	3	2	4	6	5	7	5	6	3	10	5	2	2	1	3	7
	10:00-11:00	24	2	1	1	1	3	2	2	3	5	5	6	4	5	2	8	5	2	2	1	2	7
	11:00-12:00	20				3	2	4	1	2	4	3	6	4	4	2	2	1	2	0	1		7a
	12:00-13:00	17				3	2	4	1	2	4	3	5	4	4	2	2	1	2	0	1		7a
	13:00-14:00	16				3	2	3	1	2	3	3	5	3	3	2	2	1	2	0	1		7a
	14:00-15:00	15				3	2	3	1	2	3	3	5	3	3	2	2	1	2	0	1		7a
	15:00-16:00	15	2	0	0	0	3	3	3	0	2	4	7	1	3	2	3	0	0	0	2	2	7
	16:00-17:00	16	2	0	0	0	3	4	3	0	2	5	8	1	4	2	3	0	0	0	2	2	7
	17:00-18:00	19	2	0	0	0	3	4	3	0	2	5	9	1	4	2	3	0	0	0	2	2	7
	18:00-19:00	22	3	0	0	0	4	5	4	0	3	6	10	2	5	3	4	0	0	0	3	3	7

Дальнейшие расчеты транспортной корреспонденции пассажиров по остановочным пунктам приведены в графическом листе № 6.

Значения итоговых максимальных значений расчета корреспонденции пассажиров по дням недели распределенных по остановочным пунктам представлены в таблице 2.41.

Таблица 2.41 – Итоговые значения расчета корреспонденции пассажиров в обратном направлении

Остановки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$P_{\max}$ по будням	4	2	2	4	7	6	4	7	11	10	12	8	11	4	17	10	3	3	3	4
$P_{\max}$ по выходным	5	0	0	0	5	5	5	2	10	12	17	12	9	7	0	9	7	12	3	5

Диаграмма распределения пассажиров по остановочным пунктам в обратном направлении представлена на рисунке 2.2.

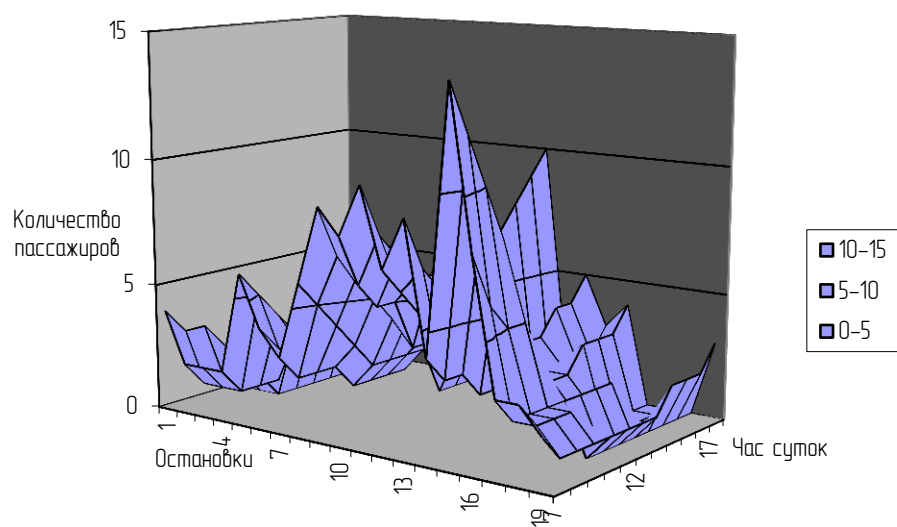


Рисунок 2.2 – Диаграмма распределения пассажиров по остановочным пунктам в обратном направлении

### **3 Нормирование скоростей движения**

#### **3.1 Методика нормирования скоростей**

Расчет времени движения пассажирского транспорта на маршруте ведется по двум составляющим:

1. основному,
2. дополнительному времени.

Основное время – время необходимое для проезда данного расстояния с расчетной средней скоростью. Основное время складывается из двух величин: времени, необходимого для движения вне населенных пунктов, и времени, необходимого для проезда через населенные пункты и города.

Дополнительное время (надбавка) – время, необходимое для движения в опасных местах маршрута на пониженной скорости и добавляемое к основному времени.

Методика нормирования скоростей движения пассажирского транспорта, а в нашем случае троллейбусной сети, как правило, проводится в несколько этапов, в нормальных условиях (в летний период года), для каждого периода суток характерных дней недели при "сухом пути" и при полном плановом выпуске подвижного состава на маршрут.

На осенне–зимний период производится корректировка принятых норм.

Перед нормированием скоростей движения мы должны проанализировать следующее:

1. детальное изучение и анализ маршрута;
2. определение расположения остановочных пунктов, а так же расстояний между ними;
3. выбор типа подвижного состава, для которого проводится нормирование скоростей движения.

Методика нормирования скоростей движения предусматривает следующие этапы:

1. подготовка к проведению замеров затраченного времени на движение с реперных точек, сбор и обработку необходимых исходных данных;
2. определение характерных периодов суток;
3. расчет времени рейса.

Для проведения замеров и нормирования скоростей движения создается комиссия из квалифицированных работников с включением в нее специалиста по безопасности движения.

Перед началом работы комиссия знакомится с паспортом маршрута, изучает маршрут движения, траекторию и условия движения, подготавливает необходимую документацию, проводит инструктаж водителя автобуса.

Замеры проводятся одним из следующих способов:

1. передвижной лабораторией для нормирования скоростей движения;
2. ручным хронометрированием.

Замеры проводятся непрерывно в течение всего времени работы троллейбусов на маршруте. Для получения достаточных исходных данных для нормирования времени рейса ( $t_p$ ) необходимо иметь в каждом периоде суток 4-3 замера при  $t_p = 30-60$  мин и 6-4 замера при  $t_p = 15-30$  мин, чем больше частота замеров тем меньше статистическая ошибка замеров.

После замеров времени рейса затраченного на движение, одним из вышеуказанных методов, в ходе второго и третьего этапа полученные исходные данные необходимо систематизировать и обработать.

Число периодов суток и их продолжительность необходимо выбирать для каждого маршрута в обоих направлениях по результатам хронометражных замеров работы рейса всего дня (табл. 3.1). Как правило, в городах, при хронометражных замерах могут наблюдаться следующие основные характерные периоды времени суток:

1. начало движения;
2. утренние часы "пик";
3. межпиковый период;
4. вечерние часы "пик";
5. период «вечерний спад»;
6. завершение движения.

Выбор периодов суток по результатам хронометражных замеров производится в следующем порядке:

а) полученные и проанализированные данные сводятся в таблицу в хронологическом порядке замеров времени рейса, а также время между контрольными пунктами и на сложных участках маршрута которые способствуют изменению скоростного режима и отклонению от расписания отдельно "туда" и "обратно";

б) по характерным перепадам времени рейса выбираются предварительные характерные периоды и для них рассчитывается норма времени рейса и среднеквадратическое отклонение. При разности среднеквадратического отклонения более одной минуты в соседних периодах последние имеют право на самостоятельность;

с) переход на другой период суток производится, как правило, с начального или конечного пункта маршрута. Однако при необходимости, анализируя время пробега между контрольными пунктами в соседних замерах предварительно выбранных периодов, уточняют не только время, но и участок, на котором происходит изменение периода. С учетом этого выбираются окончательные границы периодов, для которых устанавливается норма времени рейса.



На осенне-зимний период в связи с более сложными метеорологическими и дорожными условиями и значительным сокращением светлого времени суток устанавливаются более низкие скорости сообщения автобусного транспорта.

Снижение скоростей сообщения (увеличение времени рейса) в зависимости от специфики осенне-зимних условий эксплуатации в данной местности колеблется в пределах 5-15% от их величины в летних условиях. Величина снижения скорости для осенне-зимнего периода устанавливается для каждого маршрута. При определении величины снижения скорости учитываются: ширина проезжей части, план и профиль трассы маршрута, величина и продолжительность сохранения снежного покрова в данной местности, обеспеченность средствами снегоочистки и т.п. Надлежит придерживаться следующих пределов снижения скорости сообщения автобусного транспорта для районов: южных и с малоснежной зимой - 5%, средней полосы - 10%, с сильными снегопадами, длительным сохранением снежного покрова и на дорогах с шириной проезжей части менее 7 м (при недостаточности средств снегоочистки) - 15%.

Необходимые сведения о режимах движения регистрируются в карте хронометража, в них входят:

1. Расстояние между остановочными пунктами.
2. Название остановочных пунктов.
3. Время прибытия троллейбуса к остановочному пункту.
4. Время отправления троллейбуса от остановочного пункта.
5. Эксплуатационное время движения.
6. Техническое время движения.
7. Время движения при допустимой скорости.
8. Резервное время.
9. Оправданное (неоправданное) время стоянки на остановки.
10. Допускаемая скорость движения между остановочными пунктами.
11. Эксплуатационная скорость движения между остановочными пунктами.
12. Техническая скорость движения между остановочными пунктами;
13. Условия движения.
14. Возможные задержки на маршруте (у перекрёстков, у остановочных пунктов, случайные).

Все вышесказанные сведения необходимы для дальнейшего расчета нормирования скоростей движения. Они сопровождаются сопутствующими расчетами.

Время прибытия троллейбуса к остановочному пункту,  $t_{ni}$  фиксируется с помощью откалиброванных часов с точной сверкой его по московскому времени с точностью до 0,1 мин, после чего заносится в карту хронометража.

Время отправления троллейбуса от остановочного пункта,  $t_{oi}$  фиксируется аналогично времени прибытия.

Эксплуатационное время движения – это фактическое время затраченное троллейбусом на перевозку пассажиров до следующего остановочного пункта, не принимая в расчет возможные задержки.

Во избежание ошибки (человеческого фактора) рассчитаем эксплуатационное время движения троллейбуса на маршруте по следующей формуле

$$t_{\text{э}i} = t_{n2} - t_{n1}, \quad (3.1)$$

где  $t_{n2}$  - время прибытия троллейбуса к остановочному пункту;

$t_{n1}$  - время прибытия троллейбуса к предыдущему остановочному пункту.

Время движения на маршруте – это среднее время движения троллейбуса, затраченное на перевозку пассажиров до следующего остановочного пункта. При расчете времени движения на маршруте учитывается все время его пребывания в наряде с учетом возможных задержек на линии (у перекрестков, у остановочных пунктов, случайные).

Время движение на маршруте рассчитывается по следующей формуле

$$t_{mi} = t_{n2} - t_{n1} - t_{32i} - t_{33i}, \quad (3.2)$$

где  $t_{32i}$  – задержки у остановочных пунктов;

$t_{33i}$  – случайные задержки на маршруте.

Время движения при допустимой скорости определяется по формуле

$$t_{\text{д.с.}i} = \frac{S_{i-i}}{V_{\text{д.с.}i}} \cdot 60, \quad (3.3)$$

где  $S_{i-i}$  – расстояние между остановочными пунктами, км;

$V_{\text{д.с.}i}$  – допускаемая скорость движения между остановочными пунктами.

Резервное (дополнительное) время движения троллейбуса определяется

$$t_{\text{э}i} = t_{\text{д.с.}i} - t_{mi} \quad (3.4)$$

Оправданное время стоянок на остановках,  $t_{on}$  фиксируется с помощью секундомера и записывается в карту хронометража, оно предполагает плановую посадку и высадку пассажиров из транспортного средства.

Эксплуатационная скорость движения – это фактическая скорость, с которой троллейбус осуществляет перевозку пассажиров до следующего остановочного пункта, не принимая в расчет возможные задержки.

Эксплуатационная скорость рассчитывается по следующей формуле

$$V_{\text{э}i} = \frac{S_{i-i}}{t_{\text{э}i}}. \quad (3.5)$$

Техническая скорость движения – это средняя скорость троллейбуса затраченное на перевозку пассажиров до следующего остановочного пункта.

При расчете технической скорости учитываются возможные задержки на линии (у перекрёстков, у остановочных пунктов, случайные).

Техническая скорость движения рассчитывается по формуле

$$V_{mi} = \frac{S_{i-i}}{t_{mi}} \cdot 60. \quad (3.6)$$

Так же в карту хронометража необходимо внести сведения об условии движения транспорта и возможное время задержек на регулируемых перекрестках, у остановочных пунктов, а так же другие случайные внеплановые задержки на маршруте. Возможное время задержек фиксируют секундомером.

При использовании для замеров рейсового троллейбуса он должен отправляться с начального пункта по расписанию и далее по своим возможностям следовать в зависимости от дорожно-транспортных условий. При этом режим движения автобуса должен соответствовать дорожно-транспортным условиям, что следует учитывать при анализе полученных результатов.

После проведения замеров и сбора необходимой информации для дальнейшего расчета характерных периодов движения троллейбусов необходимо нормировать скорости движения троллейбусов по перегонам в зависимости от характерных периодов суток.

Расчет начинается с составления исходной таблицы, куда записывается расстояние между остановочными пунктами, название остановочных пунктов, время прибытия троллейбуса к остановочному пункту, время работы на маршруте между остановочными пунктами (См. пункт 3.2). После составления исходной таблицы необходимо произвести расчет среднеквадратического отклонения.

Используя данные с замеров карт хронометража, рассчитаем среднеквадратическое отклонение по формулам:

суммарное время рейса по остановочным пунктам

$$t_{p.n.cp.} = \sum t_{n.n}, \quad (3.7)$$

где  $t_{n.n}$  – время движения между остановочными пунктами с учетом возможных задержек на линии.

Среднее время рейса по всему интервалу движения маршрута

$$t_{p.i.cp.} = \frac{\sum t_{n.i}}{n_i}, \quad (3.8)$$

где  $t_{n.i}$  – время работы рейса по всему интервалу движения, каждого остановочного пункта;

$n_t$  – количество временных интервалов.

Следующий шаг состоит из нахождения суммарного значения, результатов расчета средних времен рейса, по всем интервалам движения маршрута

$$\langle t_{p.i.cp.} \rangle = \sum t_{p.i.cp.} \quad (3.9)$$

Среднеквадратическое отклонение

$$P = (t_{p.max} - t_{p.min})/5, \quad (3.10)$$

где  $t_{p.max}$  – максимальное значение среднего времени рейса по остановочным пунктам;

$t_{p.min}$  – минимальное значение среднего времени рейса по остановочным пунктам.

Сравнивая результаты расчетов среднего времени рейса по остановочным пунктам с результатом значения среднеквадратического отклонения распределяем все время рейса троллейбуса на характерные периоды от начала движения (НД) до конца движения (КД) в прямом и обратном направлении.

Отклонение времени по направлению от среднего

$$\gamma = t_{p.n.cp.} - \langle t_{p.i.cp.} \rangle. \quad (3.11)$$

Следующий шаг состоит в составлении таблицы скоростей по остановочным пунктам, для ее расчета воспользуемся формулой

$$V = \frac{S_{i-i}}{t_{n.i.n.}}, \quad (3.12)$$

где  $S_{i-i}$  – расстояние между остановками, км;

$t_{n.i.n.}$  – время движения между остановочными пунктами.

Средняя скорость движения маршрута по остановочным пунктам

$$V_{\partial.n.cp.} = \frac{\sum v_{\partial.n.}}{n}, \quad (3.13)$$

где  $v_{\partial.n.}$  – скорость движения между остановочными пунктами;

$n$  – количество остановочных пунктов.

Далее по значениям средней скорости движения маршрута, сравнивая их между собой, распределяем все время рейса троллейбуса на характерные

периоды от начала движения (НД) до конца движения (КД) в прямом и обратном направлении. Если при сравнении полученных результатов времени рейса, наблюдается характерный перепад скорости, это соответствует концу настоящего периода и началу следующего характерного периода.

### **3.2 Расчет нормирования скоростей**

Согласно методике, описанной выше, были произведены 12 хронометражных замеров ручным способом. Данные, полученные в ходе этих замеров, а так же сопутствующих расчетов, представлены в таблицах 3.1 – 3.7 прямого направления и таблицах 3.8 – 3.14 обратного направления.

Таблица 3.1 – Хронометражный замер в прямом направлении, маршрут №7

	2.11.2015 г.	6:57	прямое													
Расстояние между остановочными пунктами км, $S_{i-i}$	Остановочные пункты	Время, мин.								Скорость движения между остановочными пунктами км/час			Условия движения	Задержки		
		Прибытия, $t_{ni}$	Отправления, $t_{oi}$	Движения				Стоянки на остановочных пунктах						у регулируемого перекрестка, $t_{31i}$	у остановочных пунктов, $t_{32i}$	случайные, $t_{33i}$
				время работы на маршруте, $t_{3i}$	техническое, $t_{mi}$	при допустимой скорости, $t_{д.с.i}$	резервное, $t_{pi}$	оправданное, $t_{он.i}$	неоправданное, $t_{ni}$	допускаемая, $V_{д.с.}$	эксплуатационная, $V_{эi}$	техническая, $V_{mi}$				
	Полярная	58,700	58,850					0,150								
0,21	Ул. Братская	59,417	59,717	0,717	0,567	0,728	0,161	0,300		17,3	17,57	22,22				
0,41	Автошкола	60,833	60,933	1,416	1,116	1,422	0,306	0,100		17,3	17,37	22,04				
0,27	Школа №5	61,667	61,884	0,834	0,734	0,936	0,202	0,217		17,3	19,42	22,07				
0,52	Национальная гимназия	63,417	63,517	1,750	1,533	1,803	0,270	0,100		17,3	17,83	20,35				
0,51	Пенсионный фонд	65,000	65,117	1,583	1,483	1,769	0,286	0,117		17,3	19,33	20,63		0,067		
0,37	ЗАГС	66,550	66,717	1,550	1,416	1,283	-0,133	0,167		17,3	14,32	15,68			0,017	
0,61	Ул. Чехова	68,550	68,650	2,000	1,833	2,116	0,283	0,100		17,3	18,30	19,97				
0,49	Главпочтамт	69,933	70,466	1,383	1,283	1,699	0,416	0,533		17,3	21,26	22,92		0,083		
0,8	Отделение дороги	73,233	73,483	3,300	2,767	2,775	0,008	0,250		17,3	14,55	17,35				
0,31	Ж/Д вокзал	74,750	74,967	1,517	1,267	1,075	-0,192	0,217		17,3	12,26	14,68		0,167		
0,65	Трудовая	77,033	77,350	2,283	2,066	2,254	0,188	0,317		17,3	17,08	18,88		0,217		
0,32	Ул. Пушкина	79,217	79,300	2,184	1,867	1,110	-0,757	0,083		17,3	8,79	10,28				
0,42	Мелькомбинат	80,383	80,483	1,166	1,083	1,457	0,374	0,100		17,3	21,61	23,27				
0,4	Ул. Володарского	81,900	82,017	1,517	1,417	1,387	-0,030	0,117		17,3	15,82	16,94				
0,54	Поликлиника	83,700	83,900	1,800	1,683	1,873	0,190	0,200		17,3	18,00	19,25				
0,24	Троллейбусное управление	84,717	84,934	1,017	0,817	0,832	0,015	0,217		17,3	14,16	17,63		0,600		
0,56	ЮЭС	86,883	86,900	2,166	1,949	1,942	-0,007	0,017		17,3	15,51	17,24				
0,54	АЯН	88,567	88,700	1,684	1,667	1,873	0,206	0,133		17,3	19,24	19,44				
0,4	МЖФ	89,833	89,983	1,266	1,133	1,387	0,254	0,150		17,3	18,96	21,18				
0,5	Складская	91,383	91,566	1,550	1,400	1,734	0,334	0,183		17,3	19,35	21,43		0,133		

Таблица 3.2 – Хронометражный замер в прямом направлении, маршрут №7

	2.11.2015 г.	8:07	прямое													
Расстояние между остановочными пунктами км, $S_{i-i}$	Остановочные пункты	Время, мин.								Скорость движения между остановочными пунктами км/час			Условия движения	Задержки		
		Прибытия, $t_{ni}$	Отправления, $t_{oi}$	Движения				Стоянки на остановочных пунктах		допускаемая, $V_{до.с.}$	эксплуатационная, $V_{эi}$	техническая, $V_{ти}$		у регулируемого перекрестка, $t_{31i}$	у остановочных пунктов, $t_{32i}$	случайные, $t_{33i}$
				время работы на маршруте, $t_{эi}$	техническое, $t_{ти}$	при допустимой скорости, $t_{до.с.i}$	резервное, $t_{pi}$	оправданное, $t_{оп.i}$	неоправданное, $t_{ни}$							
	Полярная	7,550	9,117					1,567								
0,21	Ул. Братская	9,900	10,117	2,350	0,783	0,728	-0,055	0,217		17,3	5,36	16,09				
0,41	Автошкола	11,217	11,400	1,317	1,100	1,422	0,322	0,183		17,3	18,68	22,36				
0,27	Школа №5	12,150	12,350	0,933	0,750	0,936	0,186	0,200		17,3	17,36	21,60		0,200		
0,52	Национальная гимназия	14,067	14,250	1,917	1,717	1,803	0,086	0,183		17,3	16,28	18,17				
0,51	Пенсионный фонд	15,650	15,783	1,583	1,400	1,769	0,369	0,133		17,3	19,33	21,86		0,250		
0,37	ЗАГС	17,500	17,717	1,850	1,717	1,283	-0,434	0,217		17,3	12,00	12,93		0,217		
0,61	Ул. Чехова	19,950	20,200	2,450	2,233	2,116	-0,117	0,250		17,3	14,94	16,39		0,400		
0,49	Главпочтамт	22,000	22,267	2,050	1,800	1,699	-0,101	0,267		17,3	14,34	16,33		0,567		
0,8	Отделение дороги	25,250	25,433	3,250	2,983	2,775	-0,208	0,183		17,3	14,77	16,09		0,367		
0,31	Ж/Д вокзал	26,900	27,133	1,650	1,467	1,075	-0,392	0,233		17,3	11,27	12,68		0,300		
0,65	Трудовая	29,233	29,650	2,333	2,100	2,254	0,154	0,417		17,3	16,72	18,57		0,467		
0,32	Ул. Пушкина	30,533	30,616	1,300	0,883	1,110	0,227	0,083		17,3	14,77	21,74				
0,42	Мелькомбинат	32,000	32,117	1,467	1,384	1,457	0,073	0,117		17,3	17,18	18,21				
0,4	Ул. Володарского	33,533	33,650	1,533	1,416	1,387	-0,029	0,117		17,3	15,66	16,95		0,217		
0,54	Поликлиника	35,350	35,517	1,817	1,700	1,873	0,173	0,167		17,3	17,83	19,06				
0,24	Троллейбусное управление	36,267	36,517	0,917	0,750	0,832	0,082	0,250		17,3	15,70	19,20		0,100		
0,56	ЮЭС	38,267	38,384	2,000	1,750	1,942	0,192	0,117		17,3	16,80	19,20				
0,54	АЯН	39,967	40,150	1,700	1,583	1,873	0,290	0,183		17,3	19,06	20,47				
0,4	МЖФ	41,367	41,467	1,400	1,217	1,387	0,170	0,100		17,3	17,14	19,72		0,100		
0,5	Складская	43,133	43,266	1,766	1,666	1,734	0,068	0,133		17,3	16,99	18,01		0,683		

Таблица 3.3 – Хронометражный замер в прямом направлении, маршрут №7а

	2.11.2015 г.	11:25	прямое													
Расстояние между остановочными пунктами км, $S_{i-i}$	Остановочные пункты	Время, мин.								Скорость движения между остановочными пунктами км/час			Условия движения	Задержки		
		Прибытия, $t_{pi}$	Отправления, $t_{oi}$	Движения				Стоянки на остановочных пунктах						у регулируемого перекрестка, $t_{31i}$	у остановочных пунктов, $t_{32i}$	случайные, $t_{33i}$
				время работы на маршруте, $t_{3i}$	техническое, $t_{mi}$	при допустимой скорости, $t_{до.с. i}$	резервное, $t_{pi}$	оправданное, $t_{оп. i}$	неоправданное, $t_{ni}$	допускаемая, $V_{до.с.}$	эксплуатационная, $V_{3i}$	техническая, $V_{mi}$				
	Полярная	23,850	24,183					0,333								
0,21	Ул. Братская	25,033	25,333	1,183	0,850	0,773	-0,077	0,300		16,3	10,65	14,82		0,217		
0,41	Автошкола	27,300	27,400	2,267	1,967	1,509	-0,458	0,100		16,3	10,85	12,51				
0,27	Школа №5	28,450	28,567	1,150	1,050	0,994	-0,056	0,117		16,3	14,09	15,43		0,033		
0,52	Национальная гимназия	30,533	30,650	2,083	1,966	1,914	-0,052	0,117		16,3	14,98	15,87				
0,51	Пенсионный фонд	32,417	32,684	1,884	1,767	1,877	0,110	0,267		16,3	16,24	17,32		0,133		
0,37	ЗАГС	34,633	34,916	2,216	1,949	1,362	-0,587	0,283		16,3	10,02	11,39		0,167		
0,61	Ул. Чехова	37,000	37,333	2,367	2,084	2,245	0,161	0,333		16,3	15,46	17,56		0,033		
0,49	Главпочтамт	38,883	39,383	1,883	1,550	1,804	0,254	0,500		16,3	15,61	18,97		0,167		
0,8	Отделение дороги	42,083	42,266	3,200	2,700	2,945	0,245	0,183		16,3	15,00	17,78				
0,31	Ж/Д вокзал	43,217	43,400	1,134	0,951	1,141	0,190	0,183		16,3	16,40	19,56		0,133		
0,65	Трудовая	45,517	45,967	2,300	2,117	2,393	0,276	0,417	0,033	16,3	16,96	18,42		0,200		
0,32	Ул. Пушкина	47,000	47,050	1,483	1,033	1,178	0,145	0,050		16,3	12,95	18,59				
0,42	Мелькомбинат	48,633	48,716	1,633	1,583	1,546	-0,037	0,083		16,3	15,43	15,92		0,033		
0,56	Магазин "Фермер"	50,500	50,617	1,867	1,784	2,061	0,277	0,117		16,3	18,00	18,83				
0,32	Мясокомбинат	51,667	51,750	1,167	1,050	1,178	0,128	0,083		16,3	16,45	18,29				
0,48	Зоопарк	53,350	53,433	1,683	1,600	1,767	0,167	0,083		16,3	17,11	18,00				



Таблица 3.4 – Хронометражный замер в прямом направлении, маршрут №7а

	2.11.2015 г.	12:23	прямое													
Расстояние между остановочными пунктами км, $S_{i-i}$	Остановочные пункты	Время, мин.								Скорость движения между остановочными пунктами км/час			Условия движения	Задержки		
		Прибытия, $t_{ni}$	Отправления, $t_{oi}$	Движения				Стоянки на остановочных пунктах						у регулируемого перекрестка, $t_{31i}$	у остановочных пунктов, $t_{32i}$	случайные, $t_{33i}$
				время работы на маршруте, $t_{3i}$	техническое, $t_{mi}$	при допустимой скорости, $t_{до.с. i}$	резервное, $t_{pi}$	оправданное, $t_{оп. i}$	неоправданное, $t_{ni}$	допускаемая, $V_{до.с.}$	эксплуатационная, $V_{эi}$	техническая, $V_{mi}$				
	Полярная	22,083	22,233					0,150								
0,21	Ул. Братская	22,783	22,883	0,700	0,550	0,773	0,223	0,100		16,3	18,00	22,91				
0,41	Автошкола	24,317	24,350	1,534	1,434	1,509	0,075	0,033		16,3	16,04	17,15				
0,27	Школа №5	25,400	25,583	1,083	1,050	0,994	-0,056	0,183		16,3	14,96	15,43				
0,52	Национальная гимназия	26,833	26,866	1,433	1,250	1,914	0,664	0,033		16,3	21,77	24,96				
0,51	Пенсионный фонд	28,117	28,234	1,284	1,251	1,877	0,626	0,117		16,3	23,83	24,46		0,250		
0,37	ЗАГС	29,683	29,950	1,566	1,449	1,362	-0,087	0,267		16,3	14,18	15,32				
0,61	Ул. Чехова	32,000	32,283	2,317	2,050	2,245	0,195	0,283		16,3	15,80	17,85		0,833		
0,49	Главпочтамт	34,567	35,000	2,567	2,284	1,804	-0,480	0,433		16,3	11,45	12,87		0,333		
0,8	Отделение дороги	37,667	38,100	3,100	2,667	2,945	0,278	0,433		16,3	15,48	18,00		0,667		
0,31	Ж/Д вокзал	39,450	39,684	1,783	1,350	1,141	-0,209	0,167	0,067	16,3	10,43	13,78		0,633		
0,65	Трудовая	41,933	42,166	2,483	2,249	2,393	0,144	0,233		16,3	15,71	17,34		0,083		
0,32	Ул. Пушкина	43,133	43,266	1,200	0,967	1,178	0,211	0,133		16,3	16,00	19,86				
0,42	Мелькомбинат	47,083	47,216	3,950	1,367	1,546	0,179	0,133		16,3	6,38	18,43				2,450
0,56	Магазин "Фермер"	48,650	48,783	1,567	1,434	2,061	0,627	0,133		16,3	21,44	23,43				
0,32	Мясокомбинат	49,950	50,117	1,300	1,167	1,178	0,011	0,167		16,3	14,77	16,45				
0,48	Зоопарк	51,833	51,933	1,883	1,716	1,767	0,051	0,100		16,3	15,29	16,78		0,233		

Таблица 3.5 – Хронометражный замер в прямом направлении, маршрут №7

	2.11.2015 г.	15:17	прямое													
Расстояние между остановочными пунктами км, $S_{i-i}$	Остановочные пункты	Время, мин.								Скорость движения между остановочными пунктами км/час			Условия движения	Задержки		
		Прибытия, $t_{ni}$	Отправления, $t_{oi}$	Движения				Стоянки на остановочных пунктах						у регулируемого перекрестка, $t_{31i}$	у остановочных пунктов, $t_{32i}$	случайные, $t_{33i}$
				время работы на маршруте, $t_{3i}$	техническое, $t_{mi}$	при допустимой скорости, $t_{д.с.i}$	резервное, $t_{pi}$	оправданное, $t_{он.i}$	неоправданное, $t_{ni}$	допускаемая, $V_{д.с.}$	эксплуатационная, $V_{эi}$	техническая, $V_{mi}$				
	Полярная	13,050	16,600					3,550								
0,21	Ул. Братская	17,233	17,650	4,183	0,633	0,728	0,095	0,417		17,3	3,01	19,91				
0,41	Автошкола	18,850	19,150	1,617	1,200	1,422	0,222	0,300		17,3	15,21	20,50				
0,27	Школа №5	19,967	20,150	1,117	0,817	0,936	0,119	0,183		17,3	14,50	19,83		0,133		
0,52	Национальная гимназия	21,650	21,750	1,683	1,500	1,803	0,303	0,100		17,3	18,54	20,80		0,333		
0,51	Пенсионный фонд	23,750	23,883	2,100	2,000	1,769	-0,231	0,133		17,3	14,57	15,30		0,533		
0,37	ЗАГС	26,117	26,584	2,367	1,967	1,283	-0,684	0,467		17,3	9,38	11,29			0,167	0,100
0,61	Ул. Чехова	29,517	29,684	3,400	2,933	2,116	-0,817	0,167		17,3	10,76	12,48		0,100		
0,49	Главпочтамт	31,333	31,783	1,816	1,649	1,699	0,050	0,450		17,3	16,19	17,83		0,383		
0,8	Отделение дороги	34,350	34,633	3,017	2,567	2,775	0,208	0,283		17,3	15,91	18,70		0,350		
0,31	Ж/Д вокзал	35,917	36,117	1,567	1,284	1,075	-0,209	0,200		17,3	11,87	14,49		0,450		
0,65	Трудовая	38,433	38,666	2,516	2,316	2,254	-0,062	0,233		17,3	15,50	16,84		0,017		
0,32	Ул. Пушкина	40,083	40,150	1,650	1,417	1,110	-0,307	0,067		17,3	11,64	13,55				
0,42	Мелькомбинат	41,350	41,467	1,267	1,200	1,457	0,257	0,117		17,3	19,89	21,00				
0,4	Ул. Володарского	42,667	42,700	1,317	1,200	1,387	0,187	0,033		17,3	18,22	20,00				
0,54	Поликлиника	44,267	44,434	1,600	1,567	1,873	0,306	0,167		17,3	20,25	20,68				
0,24	Троллейбусное управление	45,067	45,200	0,800	0,633	0,832	0,199	0,133		17,3	18,00	22,75		0,667		
0,56	ЮЭС	46,500	46,517	1,433	1,300	1,942	0,642	0,017		17,3	23,45	25,85				
0,54	АЯН	48,067	48,084	1,567	1,550	1,873	0,323	0,017		17,3	20,68	20,90				
0,4	МЖФ	49,200	49,300	1,133	1,116	1,387	0,271	0,100		17,3	21,18	21,51				
0,5	Складская	50,900	51,033	1,700	1,600	1,734	0,134	0,133		17,3	17,65	18,75				

Остальные замеры в прямом направлении троллейбусного маршрута №7 (7а) представлены в графическом листе 7.

Таблица 3.8 – Хронометражный замер в обратном направлении, маршрут №7

	2.11.2015 г.	7:32	обратное														
Расстояние между остановочными пунктами км, $S_{i-i}$	Остановочные пункты	Время, мин.								Скорость движения между остановочными пунктами км/час			Условия движения	Задержки			
		Прибытия, $t_{ni}$	Отправления, $t_{oi}$	Движения				Стоянки на остановочных пунктах						у регулируемого перекрестка, $t_{31i}$	у остановочных пунктов, $t_{32i}$	случайные, $t_{33i}$	
				время работы на маршруте, $t_{3i}$	техническое, $t_{mi}$	при допустимой скорости, $t_{д.с.i}$	резервное, $t_{pi}$	оправданное, $t_{он.i}$	неоправданное, $t_{ni}$	допускаемая, $V_{д.с.}$	эксплуатационная, $V_{3i}$	техническая, $V_{mi}$					
0,35	Складская	33,000	33,133	1,617	1,434	1,214	-0,220	0,133		17,3	12,99	14,64					
0,55	МЖФ	34,750	34,900	1,750	1,617	1,908	0,291	0,150		17,3	18,86	20,41					
0,41	АЯН	36,000	36,117	1,250	1,100	1,422	0,322	0,117		17,3	19,68	22,36					
0,4	ЮЭС	37,400	37,567	1,400	1,283	1,387	0,104	0,167		17,3	17,14	18,71					
0,43	Троллейбусное управление	39,200	39,383	1,800	1,633	1,491	-0,142	0,183		17,3	14,33	15,80		0,417			
0,4	Поликлиника	41,267	41,467	2,067	1,884	1,387	-0,497	0,200		17,3	11,61	12,74		0,367			
0,44	Ул. Володарского	43,300	43,450	2,033	1,833	1,526	-0,307	0,150		17,3	12,99	14,40		0,300			
0,4	Мелькомбинат	45,300	45,483	2,000	1,850	1,387	-0,463	0,183		17,3	12,00	12,97		0,450			
0,85	Трудовая	48,800	49,067	3,500	3,317	2,948	-0,369	0,267		17,3	14,57	15,38		0,350			
0,63	Ж/Д вокзал	51,500	51,667	2,700	2,433	2,185	-0,248	0,167		17,3	14,00	15,54		0,867			
1,02	Главпочтамт	55,850	56,083	4,350	4,183	3,538	-0,645	0,233		17,3	14,07	14,63		0,317			
0,56	Ул. Чехова	57,833	58,016	1,983	1,750	1,942	0,192	0,183		17,3	16,94	19,20					
0,54	ЗАГС	59,483	59,733	1,650	1,467	1,873	0,406	0,250		17,3	19,64	22,09					
0,37	Пенсионный фонд	60,750	60,900	1,267	1,017	1,283	0,266	0,150		17,3	17,52	21,83					
0,51	Национальная гимназия	62,417	62,567	1,667	1,517	1,769	0,252	0,150		17,3	18,36	20,17					
0,57	Школа №5	64,133	64,416	1,716	1,566	1,977	0,411	0,283		17,3	19,93	21,84					
0,33	Автошкола	65,417	65,584	1,284	1,001	1,145	0,144	0,167		17,3	15,42	19,78					
0,2	Ул. Братская	66,150	66,317	0,733	0,566	0,694	0,128	0,167		17,3	16,37	21,20		0,15			
0,42	Полярная	67,550	69,117	1,400	1,233	1,457	0,224	1,567		17,3	18,00	20,44					

Таблица 3.9 – Хронометражный замер в обратном направлении, маршрут №7

	2.11.2015 г.	8:43	обратное													
Расстояние между остановочными пунктами км, $S_{i-i}$	Остановочные пункты	Время, мин.								Скорость движения между остановочными пунктами км/час			Условия движения	Задержки		
		Прибытия, $t_{ni}$	Отправления, $t_{oi}$	Движения				Стоянки на остановочных пунктах						у регулируемого перекрестка, $t_{31i}$	у остановочных пунктов, $t_{32i}$	случайные, $t_{33i}$
				время работы на маршруте, $t_{3i}$	техническое, $t_{mi}$	при допустимой скорости, $t_{д.с.i}$	резервное, $t_{pi}$	оправданное, $t_{on.i}$	неоправданное, $t_{ni}$	допускаемая, $V_{д.с.}$	эксплуатационная, $V_{эi}$	техническая, $V_{mi}$				
0,35	Складская	45,567	45,700	2,434	2,301	1,214	-1,087	0,133		17,3	8,63	9,13				
0,55	МЖФ	47,083	47,183	1,516	1,383	1,908	0,525	0,100		17,3	21,77	23,86				
0,41	АЯН	48,267	48,400	1,184	1,084	1,422	0,338	0,133		17,3	20,78	22,69				
0,4	ЮЭС	49,467	49,584	1,200	1,067	1,387	0,320	0,117		17,3	20,00	22,49				
0,43	Троллейбусное управление	50,833	50,950	1,366	1,249	1,491	0,242	0,117		17,3	18,89	20,66				
0,4	Поликлиника	52,067	52,234	1,234	1,117	1,387	0,270	0,167		17,3	19,45	21,49		0,283		
0,44	Ул. Володарского	54,017	54,150	1,950	1,783	1,526	-0,257	0,133		17,3	13,54	14,81				
0,4	Мелькомбинат	55,617	55,750	1,600	1,467	1,387	-0,080	0,133		17,3	15,00	16,36		0,683		
0,85	Трудовая	59,050	59,367	3,433	3,300	2,948	-0,352	0,250	0,067	17,3	14,86	15,45				
0,63	Ж/Д вокзал	61,400	61,733	2,350	2,033	2,185	0,152	0,333		17,3	16,09	18,59		0,867		
1,02	Главпочтамт	65,533	65,783	4,133	3,800	3,538	-0,262	0,250		17,3	14,81	16,11		0,367		
0,56	Ул. Чехова	68,067	68,317	2,534	2,284	1,942	-0,342	0,250		17,3	13,26	14,71		0,600		
0,54	ЗАГС	70,400	70,650	2,333	2,083	1,873	-0,210	0,250		17,3	13,89	15,55				
0,37	Пенсионный фонд	72,017	72,184	1,617	1,367	1,283	-0,084	0,167		17,3	13,73	16,24		0,317		
0,51	Национальная гимназия	73,867	74,017	1,850	1,650	1,769	0,119	0,150		17,3	16,54	18,55			0,033	
0,57	Школа №5	75,650	75,783	1,783	1,633	1,977	0,344	0,133		17,3	19,18	20,94				
0,33	Автошкола	76,700	76,800	1,050	0,917	1,145	0,228	0,100		17,3	18,86	21,59				
0,2	Ул. Братская	77,333	77,533	0,633	0,533	0,694	0,161	0,200		17,3	18,96	22,51		0,083		
0,42	Полярная	78,717	79,050	1,384	1,184	1,457	0,273	0,333		17,3	18,21	21,28				

Таблица 3.10 – Хронометражный замер в обратном направлении, маршрут №7а

	2.11.2015 г.	11:56	обратное													
Расстояние между остановочными пунктами км, $S_{i-i}$	Остановочные пункты	Время, мин.								Скорость движения между остановочными пунктами км/час			Условия движения	Задержки		
		Прибытия, $t_{ni}$	Отправления, $t_{oi}$	Движения				Стоянки на остановочных пунктах						у регулируемого перекрестка, $t_{31i}$	у остановочных пунктов, $t_{32i}$	случайные, $t_{33i}$
				время работы на маршруте, $t_{3i}$	техническое, $t_{mi}$	при допустимой скорости, $t_{до.с. i}$	резервное, $t_{pi}$	оправданное, $t_{оп. i}$	неоправданное, $t_{ni}$	допускаемая, $V_{до.с.}$	эксплуатационная, $V_{3i}$	техническая, $V_{mi}$				
0,34	Зоопарк	53,350	53,433					0,083								
0,43	Троллейбусное управление	54,850	55,300	1,500	1,417	1,583	0,166	0,450		16,3	17,20	18,21				
0,4	Поликлиника	56,750	57,117	1,900	1,450	1,472	0,022	0,367		16,3	12,63	16,55		0,433		
0,44	Ул. Володарского	58,833	59,000	2,083	1,716	1,620	-0,096	0,167		16,3	12,67	15,38				
0,4	Мелькомбинат	60,417	60,550	1,584	1,417	1,472	0,055	0,133		16,3	15,15	16,94		0,083		
0,85	Трудовая	63,433	63,533	3,016	2,883	3,129	0,246	0,100		16,3	16,91	17,69		0,200		
0,63	Ж/Д вокзал	65,767	65,917	2,334	2,234	2,319	0,085	0,150		16,3	16,20	16,92		0,600		
1,02	Главпочтамт	69,750	70,083	3,983	3,833	3,755	-0,078	0,333		16,3	15,37	15,97				
0,56	Ул. Чехова	71,867	72,134	2,117	1,784	2,061	0,277	0,267		16,3	15,87	18,83		0,050		
0,54	ЗАГС	73,833	74,050	1,966	1,699	1,988	0,289	0,217		16,3	16,48	19,07		0,833		
0,37	Пенсионный фонд	75,417	75,534	1,584	1,367	1,362	-0,005	0,117		16,3	14,02	16,24		0,083		
0,51	Национальная гимназия	77,067	77,234	1,650	1,533	1,877	0,344	0,167		16,3	18,55	19,96		0,050		
0,57	Школа №5	78,883	78,983	1,816	1,649	2,098	0,449	0,100		16,3	18,83	20,74				
0,33	Автошкола	80,067	80,100	1,184	1,084	1,215	0,131	0,033		16,3	16,72	18,27				
0,2	Ул. Братская	80,717	80,883	0,650	0,617	0,736	0,119	0,083	0,083	16,3	18,46	19,45		0,167		
0,42	Полярная	82,083	82,233	1,366	1,200	1,546	0,346	0,150		16,3	18,45	21,00				

Таблица 3.11 – Хронометражный замер в обратном направлении, маршрут №7а

	2.11.2015 г.	12:51	обратное													
Расстояние между остановочными пунктами км, $S_{i-i}$	Остановочные пункты	Время, мин.								Скорость движения между остановочными пунктами км/час			Условия движения	Задержки		
		Прибытия, $t_{ni}$	Отправления, $t_{oi}$	Движения				Стоянки на остановочных пунктах						у регулируемого перекрестка, $t_{31i}$	у остановочных пунктов, $t_{32i}$	случайные, $t_{33i}$
				время работы на маршруте, $t_{3i}$	техническое, $t_{mi}$	при допустимой скорости, $t_{до.с. i}$	резервное, $t_{pi}$	оправданное, $t_{оп. i}$	неоправданное, $t_{ni}$	допускаемая, $V_{до.с.}$	эксплуатационная, $V_{эi}$	техническая, $V_{mi}$				
0,34	Зоопарк	51,833	51,933					0,100								
0,43	Троллейбусное управление	53,383	53,600	1,550	1,450	1,583	0,133	0,217		16,3	16,65	17,79		0,150		
0,4	Поликлиника	54,867	55,117	1,484	1,267	1,472	0,205	0,250		16,3	16,17	18,94		0,450		
0,44	Ул. Володарского	56,683	56,733	1,816	1,566	1,620	0,054	0,050		16,3	14,54	16,86				
0,4	Мелькомбинат	58,133	58,383	1,450	1,400	1,472	0,072	0,250		16,3	16,55	17,14		0,700		
0,85	Трудовая	62,000	62,200	3,867	3,617	3,129	-0,488	0,200		16,3	13,19	14,10		0,567		
0,63	Ж/Д вокзал	64,567	64,934	2,567	2,367	2,319	-0,048	0,367		16,3	14,73	15,97		0,917		
1,02	Главпочтамт	68,817	69,134	4,250	3,883	3,755	-0,128	0,317		16,3	14,40	15,76		0,300		
0,56	Ул. Чехова	70,883	71,050	2,066	1,749	2,061	0,312	0,167		16,3	16,26	19,21		0,100		
0,54	ЗАГС	73,050	73,167	2,167	1,850	1,988	0,138	0,117		16,3	14,95	17,51		0,833	0,150	
0,37	Пенсионный фонд	75,150	75,267	2,100	1,983	1,362	-0,621	0,117		16,3	10,57	11,20		0,783		
0,51	Национальная гимназия	77,500	77,534	2,350	2,233	1,877	-0,356	0,017	0,017	16,3	13,02	13,70		0,617		
0,57	Школа №5	79,600	79,617	2,100	2,066	2,098	0,032	0,017		16,3	16,29	16,55				
0,33	Автошкола	80,783	80,833	1,183	1,166	1,215	0,049	0,033	0,017	16,3	16,74	16,98				
0,2	Ул. Братская	81,550	81,650	0,767	0,717	0,736	0,019	0,100		16,3	15,65	16,74		0,083		
0,42	Полярная	82,933	83,883	1,383	1,283	1,546	0,263	0,950		16,3	18,22	19,64				

Таблица 3.12 – Хронометражный замер в обратном направлении, маршрут №7

	2.11.2015 г.	15:53	обратное														
Расстояние между остановочными пунктами км, $S_{i-i}$	Остановочные пункты	Время, мин.								Скорость движения между остановочными пунктами км/час			Условия движения	Задержки			
		Прибытия, $t_{pi}$	Отправления, $t_{oi}$	Движения				Стоянки на остановочных пунктах						у регулируемого перекрестка, $t_{31i}$	у остановочных пунктов, $t_{32i}$	случайные, $t_{33i}$	
				время работы на маршруте, $t_{3i}$	техническое, $t_{mi}$	при допустимой скорости, $t_{до.с.i}$	резервное, $t_{pi}$	оправданное, $t_{оп.i}$	неоправданное, $t_{ni}$								
0,35	Складская	53,400	53,400	2,500	2,367	1,214	-1,153			17,3	8,40	8,87		1,133			
0,55	МЖФ	55,000	55,100	1,600	1,600	1,908	0,308	0,100		17,3	20,63	20,63					
0,41	АЯН	56,250	56,417	1,250	1,150	1,422	0,272	0,167		17,3	19,68	21,39					
0,4	ЮЭС	57,533	57,566	1,283	1,116	1,387	0,271	0,033		17,3	18,71	21,51					
0,43	Троллейбусное управление	58,750	59,167	1,217	1,184	1,491	0,307	0,417		17,3	21,20	21,79					
0,4	Поликлиника	60,300	60,550	1,550	1,133	1,387	0,254	0,250		17,3	15,48	21,18		0,433			
0,44	Ул. Володарского	62,083	62,200	1,783	1,533	1,526	-0,007	0,117		17,3	14,81	17,22					
0,4	Мелькомбинат	63,383	63,533	1,300	1,183	1,387	0,204	0,150		17,3	18,46	20,29					
0,85	Трудовая	66,067	66,234	2,684	2,534	2,948	0,414	0,167		17,3	19,00	20,13					
0,63	Ж/Д вокзал	68,500	68,683	2,433	2,099	2,185	0,086	0,183		17,3	15,54	18,01			0,167		
1,02	Главпочтамт	71,700	72,183	3,200	3,017	3,538	0,521	0,483		17,3	19,13	20,29					
0,56	Ул. Чехова	74,033	74,216	2,333	1,850	1,942	0,092	0,183		17,3	14,40	18,16		0,260			
0,54	ЗАГС	75,950	76,150	1,917	1,734	1,873	0,139	0,200		17,3	16,90	18,69					
0,37	Пенсионный фонд	77,300	77,433	1,350	1,150	1,283	0,133	0,133		17,3	16,44	19,30		0,200			
0,51	Национальная гимназия	79,150	79,250	1,850	1,717	1,769	0,052	0,100		17,3	16,54	17,82		0,567			
0,57	Школа №5	81,033	81,150	1,883	1,783	1,977	0,194	0,117		17,3	18,16	19,18					
0,33	Автошкола	82,117	82,234	1,084	0,967	1,145	0,178	0,117		17,3	18,27	20,48					
0,2	Ул. Братская	82,850	83,133	0,733	0,616	0,694	0,078	0,150	0,133	17,3	16,37	19,48					
0,42	Полярная	84,333	88,016	1,483	1,200	1,457	0,257	3,683		17,3	16,99	21,00					

Остальные замеры в обратном направлении троллейбусного маршрута №7 (7а) представлены в графическом листе

На основании собранных хронометражных замеров и сопутствующих данных необходимо нормировать скорости движения троллейбусов №7 (7а), опираясь на метод, приведенный в пункте 3.1.

На первом этапе, опираясь на собранную информацию хронометражных замеров, составим таблицу (таблица 3.13) времени рейса, необходимую для дальнейшего нормирования скоростей движения троллейбусного маршрута №7 (7а) в прямом и обратном (таблица 3.14) направлениях. Выбор остановочных пунктов объясняется различиями траектории движения в маршрутах №7 (7а).

Таблица 3.13 – Время рейса троллейбусного маршрута №1 (1а) в прямом направлении

Время подъезда к остановочному пункту	6ч 57мин	8ч 07мин	11ч 25мин	12ч 23мин	15ч 17 мин	16ч 27 мин	17ч 38мин	Сред- нее время
Полярная								
Ул. Братская	0,567	0,783	0,850	0,550	0,633	0,717	1,100	0,743
Автошкола	1,116	1,100	1,967	1,434	1,200	1,217	1,400	1,348
Школа №5	0,734	0,750	1,050	1,050	0,817	0,883	0,833	0,874
Национальная гимназия	1,533	1,717	1,966	1,250	1,500	1,534	1,583	1,583
Пенсионный фонд	1,483	1,400	1,767	1,251	2,000	1,583	1,767	1,607
ЗАГС	1,416	1,717	1,949	1,449	1,967	1,417	1,750	1,666
Ул. Чехова	1,833	2,233	2,084	2,050	2,933	2,216	3,350	2,386
Главпочтамт	1,283	1,800	1,550	2,284	1,649	1,517	2,101	1,741
Отделение дороги	2,767	2,983	2,700	2,667	2,567	3,200	3,349	2,890
Ж/Д вокзал	1,267	1,467	0,951	1,350	1,284	1,117	1,333	1,253
Трудовая	2,066	2,100	2,117	2,249	2,316	1,900	2,684	2,205
Ул. Пушкина	1,867	0,883	1,033	0,967	1,417	1,000	1,183	1,193
Мелькомбинат	1,083	1,384	1,583	1,367	1,200	1,467	1,334	1,345
Суммарное время рейса	19,015	20,317	21,567	19,918	21,483	19,768	23,767	20,916

Таблица 3.14 – Время рейса троллейбусного маршрута №1 (1а) в обратном направлении

Время подъезда к остановочному пункту	7ч 32мин	8ч 43мин	11ч 56мин	12ч 51мин	15ч 53 мин	17ч 02 мин	18ч 13мин	Сред- нее время
Троллейбусное управление	1,633	1,249	1,417	1,450	1,184	1,632	1,433	1,428
Поликлиника	1,884	1,117	1,450	1,267	1,133	1,950	1,350	1,450
Ул. Володарского	1,833	1,783	1,716	1,566	1,533	3,901	1,733	2,009
Мелькомбинат	1,850	1,467	1,417	1,400	1,183	1,766	1,917	1,571
Трудовая	3,317	3,300	2,883	3,617	2,534	3,301	3,250	3,172
Ж/Д вокзал	2,433	2,033	2,234	2,367	2,099	2,433	2,067	2,238
Главпочтамт	4,183	3,800	3,833	3,883	3,017	3,900	3,533	3,736
Ул. Чехова	1,750	2,284	1,784	1,749	1,850	2,333	2,151	1,986
ЗАГС	1,467	2,083	1,699	1,850	1,734	2,200	1,866	1,843
Пенсионный фонд	1,017	1,367	1,367	1,983	1,150	1,683	1,384	1,422
Национальная гимназия	1,517	1,650	1,533	2,233	1,717	1,717	1,516	1,698
Школа №5	1,566	1,633	1,649	2,066	1,783	1,983	1,667	1,764
Автошкола	1,001	0,917	1,084	1,166	0,967	1,051	1,066	1,036
Ул. Братская	0,566	0,533	0,617	0,717	0,616	0,650	0,567	0,609
Полярная	1,233	1,184	1,200	1,283	1,200	1,350	1,150	1,229
Суммарное время рейса	19,015	20,317	21,567	19,918	21,483	19,768	23,767	27,190



Определим суммарное время рейса по остановочным пунктам:  
в прямом направлении

$$t_{p.n.cp.} = 0,567 + 1,116 + 0,734 + 1,533 + 1,483 + 1,416 + 1,833 + 1,283 + 2,767 + 1,267 + 2,066 + 1,867 + 1,083 = 19,015,$$

в обратном направлении

$$t_{p.n.cp.} = 1,633 + 1,884 + 1,833 + 1,850 + 3,317 + 2,433 + 4,183 + 1,750 + 1,467 + 1,017 + 1,517 + 1,566 + 1,001 + 0,566 + 1,233 = 27,250$$

Среднее время рейса по всему интервалу движения маршрута:  
в прямом направлении

$$t_{p.i.cp.} = \frac{0,567 + 0,783 + 0,850 + 0,550 + 0,633 + 0,717 + 1,100}{7} = 0,743,$$

в обратном направлении

$$t_{p.i.cp.} = \frac{1,633 + 1,249 + 1,417 + 1,450 + 1,184 + 1,632 + 1,433}{7} = 1,428.$$

Следующим шагом является нахождение суммарного значения, результатов расчета средних времен рейса, по всем интервалам движения маршрута.:

в прямом направлении

$$\langle t_{p.i.cp.} \rangle = 0,743 + 1,348 + 0,874 + 1,583 + 1,607 + 1,666 + 2,386 + 1,741 + 2,890 + 1,253 + 2,205 + 1,193 + 1,345 = 20,916,$$

в обратном направлении

$$\langle t_{p.i.cp.} \rangle = 1,428 + 1,450 + 2,009 + 1,571 + 3,172 + 2,238 + 3,736 + 1,986 + 1,843 + 1,422 + 1,698 + 1,764 + 1,036 + 0,609 + 1,229 = 27,190.$$

Данные остальных расчетов для прямого и обратного направлениях представлены в таблице 3.13, таблице 3.14 соответственно.

Среднеквадратическое отклонение:  
в прямом направлении

$$P = (23,767 - 19,015)/5 = 0,950,$$

в обратном направлении

$$P = (31,850 - 23,700)/5 = 1,630.$$

Среднее время по направлению:  
в прямом направлении

$$\tilde{t}_{по н.} = 19,015,$$

в обратном направлении

$$\tilde{t}_{по н.} = (27,250 + 26,400 + 25,883)/3 = 27,011.$$

Сравнивая результаты расчетов среднего времени рейса по остановочным пунктам в прямом и обратном направлениях, приведенных в таблице 3.13, таблице 3.14, с результатом значения среднеквадратического отклонения, распределим все время рейса троллейбусного маршрута на характерные периоды от начала движения (НД) до конца движения (КД) в прямом (таблица 3.15) и обратном (таблица 3.16) направлениях.

Таблица 3.15 – Распределение времени рейса по всему интервалу движения маршрута на характерные периоды в прямом направлении

Суммарное время рейса, $t_{р.н.ср.}$	19,015	20,317	21,567	19,918	21,483	19,768	23,767
Среднее время по направлению, $\tilde{t}_{по н.}$	19,015	21,342		21,301		19,768	23,767
Отклонение от среднего, $\gamma$	-1,901	-0,599	0,651	-0,998	0,567	-1,148	2,851

Таблица 3.16 – Распределение времени рейса по всему интервалу движения маршрута на характерные периоды в обратном направлении

Суммарное время рейса, $t_{р.н.ср.}$	27,250	26,400	25,883	28,597	23,700	31,850	26,650
Среднее время по направлению, $\tilde{t}_{по н.}$	27,011			28,597	23,700	31,850	26,650
Отклонение от среднего, $\gamma$	0,290	-0,560	-1,077	1,637	-3,260	4,890	-0,310

Отклонение времени по направлению от среднего:  
в прямом направлении

$$\gamma = 19,015 - 20,916 = -1,901,$$

в обратном направлении

$$\gamma = 27,250 - 26,950 = 0,290$$

Данные остальных расчетов для прямого и обратного направлений представлены в таблице 3.15, таблице 3.16 соответственно.

Следующим шагом является составление таблицы скоростей по остановочным пунктам. Для этого воспользуемся формулой расчета скоростей:  
в прямом направлении

$$V = \frac{4,62}{0,21} = 22,22,$$

в обратном направлении

$$V = \frac{6,794}{0,43} = 15,80.$$

Таблица 3.17 – Распределение скоростей между остановочными пунктами в прямом направлении

Время подъезда к остановочному пункту	6ч 57мин	8ч 07мин	11ч 25мин	12ч 23мин	15ч 17 мин	16ч 27 мин	17ч 38мин
Полярная							
Ул. Братская	22,22	16,09	14,82	22,91	19,91	17,57	11,45
Автошкола	22,04	22,36	12,51	17,15	20,50	20,21	17,57
Школа №5	22,07	21,60	15,43	15,43	19,83	18,35	19,45
Национальная гимназия	20,35	18,17	15,87	24,96	20,80	20,34	19,71
Пенсионный фонд	20,63	21,86	17,32	24,46	15,30	19,33	17,32
ЗАГС	15,68	12,93	11,39	15,32	11,29	15,67	12,69
Ул. Чехова	19,97	16,39	17,56	17,85	12,48	16,52	10,93
Главпочтамт	22,92	16,33	18,97	12,87	17,83	19,38	13,99
Отделение дороги	17,35	16,09	17,78	18,00	18,70	15,00	14,33
Ж/Д вокзал	14,68	12,68	19,56	13,78	14,49	16,65	13,95
Трудовая	18,88	18,57	18,42	17,34	16,84	20,53	14,53
Ул. Пушкина	10,28	21,74	18,59	19,86	13,55	19,20	16,23
Мелькомбинат	23,27	18,21	15,92	18,43	21,00	17,18	18,89
Средняя скорость движения маршрута, $V_{д.ср.}$	19,26	17,93	16,47	18,34	17,12	18,15	15,46

Таблица 3.18 – Распределение скоростей между остановочными пунктами в обратном направлении

Время подъезда к остановочному пункту	7ч 32мин	8ч 43мин	11ч 56мин	12ч 51мин	15ч 53 мин	17ч 02 мин	18ч 13мин
Троллейбусное управление	15,80	20,66	18,21	17,79	21,79	15,81	18,00
Поликлиника	12,74	21,49	16,55	18,94	21,18	12,31	17,78
Ул. Володарского	14,40	14,81	15,38	16,86	17,22	6,77	15,23
Мелькомбинат	12,97	16,36	16,94	17,14	20,29	13,59	12,52
Трудовая	15,38	15,45	17,69	14,10	20,13	15,45	15,69
Ж/Д вокзал	15,54	18,59	16,92	15,97	18,01	15,54	18,29
Главпочтамт	14,63	16,11	15,97	15,76	20,29	15,69	17,32
Ул. Чехова	19,20	14,71	18,83	19,21	18,16	14,40	15,62
ЗАГС	22,09	15,55	19,07	17,51	18,69	14,73	17,36
Пенсионный фонд	21,83	16,24	16,24	11,20	19,30	13,19	16,04
Национальная гимназия	20,17	18,55	19,96	13,70	17,82	17,82	20,18
Школа №5	21,84	20,94	20,74	16,55	19,18	17,25	20,52
Автошкола	19,78	21,59	18,27	16,98	20,48	18,84	18,57
Ул. Братская	21,20	22,51	19,45	16,74	19,48	18,46	21,16
Полярная	20,44	21,28	21,00	19,64	21,00	18,67	21,91
Средняя скорость движения маршрута, $V_{д.ср.}$	17,87	18,32	18,08	16,54	19,53	15,23	17,75

Средняя скорость движения маршрута по остановочным пунктам:  
в прямом направлении

$$V_{\text{д.н.ср.}} = \frac{22,22+22,04+22,07+20,35+20,63+15,68+19,97+22,92+17,35+14,68+18,88+10,28+23,27}{13} = 19,26$$

в обратном направлении

$$V_{\text{д.н.ср.}} = \frac{15,80+12,74+14,40+12,94+15,38+15,54+14,63+19,20+22,09+21,83+20,17+21,84+19,78+21,20+20,44}{15} = 17,87$$

Данные остальных расчетов для прямого и обратного направлений представлены в таблице 3.17, таблице 3.18 соответственно.

Далее по значениям средней скорости движения маршрута, сравнивая их между собой, распределим все время рейса троллейбуса на характерные периоды от начала движения (НД) до конца движения (КД) в прямом (таблица 3.19) и обратном направлениях (таблица 3.20).

После распределения характерных периодов необходимо указать границы соответствующих периодов.

Таблица 3. 19 – Характерные периоды в прямом направлении

Характерный период	1	2		3		4	5
Час суток	6:57	8:07	11:25	12:23	15:17	16:27	17:38
Скорость движения, $V_{\text{д.п.ср.}}$	19,26	17,93	16,47	18,34	17,12	18,15	15,46
Границы периода	НД-8:00	8:00-12:00		12:00-16:00		16:00-17:00	17:00-КД

Таблица 3. 20 – Характерные периоды в обратном направлении

Характерный период	1			2	3	4	5
Час суток	7:32	8:43	11:56	12:51	15:53	17:02	18:13
Скорость движения, $V_{\text{д.н.ср.}}$	17,87	18,32	18,08	16,21	19,25	14,93	17,41
Границы периода	НД-12:30			12:30-14:00	14:00-17:00	17:00-18:00	18:00-КД

Аналогично проводим нормирования участков траекторий маршрута №7, оставшихся остановочных пунктов.

Исходные таблицы в прямом и обратном направлении времени движения маршрута оставшихся остановочных пунктов троллейбусного маршрута №7 представлены таблицей 3.21, таблицей 3.22 соответственно.

Таблица 3.21 – Время рейса троллейбусного маршрута №1 в прямом направлении

Время подъезда к остановочному пункту	6ч 57мин	8ч 07мин	15ч 17 мин	16ч 27 мин	17ч 38мин	Среднее время
Ул. Володарского	1,417	1,416	1,200	1,383	1,200	1,323
Поликлиника	1,683	1,700	1,567	1,800	1,717	1,693
Троллейбусное управление	0,817	0,750	0,633	0,750	0,750	0,740
ЮЭС	1,949	1,750	1,300	1,750	1,649	1,680
АЯН	1,667	1,583	1,550	1,500	1,567	1,573
МЖФ	1,133	1,217	1,116	1,101	1,249	1,163
Складская	1,400	1,666	1,600	1,433	1,433	1,506
Суммарное время рейса	10,066	10,082	8,966	9,717	9,565	9,679

Таблица 3.22 – Время рейса троллейбусного маршрута №1 в обратном направлении

Время подъезда к остановочному пункту	7ч 32мин	8ч 43мин	15ч 53 мин	17ч 02 мин	18ч 13мин	Среднее время
Складская	1,434	2,301	2,367	1,801	1,917	1,964
МЖФ	1,617	1,383	1,600	1,716	1,583	1,580
АЯН	1,100	1,084	1,150	1,300	1,433	1,213
ЮЭС	1,283	1,067	1,116	1,334	1,200	1,200
Суммарное время рейса	5,434	5,835	6,233	6,151	6,133	5,957

Определим суммарное время рейса по остановочным пунктам:  
в прямом направлении

$$t_{p.n.cp.} = 1,417 + 1,683 + 0,817 + 1,949 + 1,667 + 1,133 + 1,400 = 10,066,$$

в обратном направлении

$$t_{p.n.cp.} = 1,434 + 1,617 + 1,100 + 1,283 = 5,434.$$

Среднее время рейса по всему интервалу движения маршрута:  
в прямом направлении

$$t_{p.i.cp.} = \frac{1,417 + 1,416 + 1,200 + 1,383 + 1,200}{5} = 1,323,$$

в обратном направлении

$$t_{p.i.cp.} = \frac{1,434 + 2,301 + 2,367 + 1,801 + 1,917}{5} = 1,964.$$

Следующим шагом является нахождение суммарного значения, результатов расчета средних времен рейса, по всем интервалам движения маршрута:

в прямом направлении

$$\langle t_{p.i.cp.} \rangle = 1,323 + 1,693 + 0,740 + 1,680 + 1,573 + 1,163 + 1,506 = 9,679,$$

в обратном направлении

$$\langle t_{p.i.cp.} \rangle = 1,964 + 1,580 + 1,213 + 1,200 = 5,957.$$

Данные остальных расчетов для прямого и обратного направления представлены в таблице 3.21, таблице 3.22 соответственно.

Среднеквадратическое отклонение:  
в прямом направлении

$$P = (10,082 - 8,966)/5=0,223,$$

в обратном направлении

$$P = (6,233 - 5,434)/5=0,160.$$

Среднее время по направлению:  
в прямом направлении

$$\tilde{t}_{но н.} = 10,066,$$

в обратном направлении

$$\tilde{t}_{но н.} = \frac{5,434+5,835}{2} = 5,634.$$

Сравнивая результаты расчетов среднего времени рейса по остановочным пунктам в прямом и обратном направлении, приведенные в таблице 3.11, таблице 3.22, с результатом значения среднеквадратического отклонения, распределим все время рейса троллейбусного маршрута на характерные периоды от начала движения (НД) до конца движения (КД) в прямом (таблица 23) и обратном направлении (таблицы 24).

Таблица 3.23 – Распределение времени рейса по всему интервалу движения маршрута на характерные периоды в прямом направлении

Суммарное время рейса, $t_{р.л.ср.}$	10,066	10,082	8,966	9,717	9,565
Среднее время по направлению, $\tilde{t}_{но н.}$	10,066	10,082	8,966	9,717	9,565
Отклонение от среднего, $\gamma$	0,654	0,670	-0,446	0,305	0,153

Таблица 3.24 – Распределение времени рейса по всему интервалу движения маршрута на характерные периоды в обратном направлении

Суммарное время рейса, $t_{р.л.ср.}$	5,434	5,835	6,233	6,151	6,133
Среднее время по направлению, $\tilde{t}_{но н.}$	5,634		6,233	6,151	6,133
Отклонение от среднего, $\gamma$	-0,320	0,081	0,479	0,397	0,379

Отклонение времени по направлению от среднего:  
в прямом направлении

$$\gamma = 10,066 - 9,412 = -0,654,$$

в обратном направлении

$$\gamma = 5,434 - 5,754 = -0,320.$$

Данные остальных расчетов для прямого и обратного направления представлены в таблице 3.23, таблице 3.24 соответственно.

Следующим шагом является составление таблицы скоростей по остановочным пунктам. Для этого воспользуемся формулой расчета скоростей:  
в прямом направлении

$$V = \frac{6,776}{0,4} = 16,94,$$

в обратном направлении

$$V = \frac{5,124}{0,35} = 14,64.$$

Таблица 3.25 – Распределение скоростей между остановочными пунктами в прямом направлении

Время подъезда к остановочному пункту	6ч 57мин	8ч 07мин	15ч 17 мин	16ч 27 мин	17ч 38мин
Ул. Володарского	16,94	16,95	20,00	17,35	20,00
Поликлиника	19,25	19,06	20,68	18,00	18,87
Троллейбусное управление	17,63	19,20	22,75	19,20	19,20
ЮЭС	17,24	19,20	25,85	19,20	20,38
АЯН	19,44	20,47	20,90	21,60	20,68
МЖФ	21,18	19,72	21,51	21,80	19,22
Складская	21,43	18,01	18,75	20,94	20,94
Средняя скорость движения маршрута, $V_{д.н.ср.}$	19,01	18,94	21,49	19,73	19,90

Таблица 3.26 – Распределение скоростей между остановочными пунктами в обратном направлении

Время подъезда к остановочному пункту	7ч 32мин	8ч 43мин	15ч 53 мин	17ч 02 мин	18ч 13мин
Складская	14,64	9,13	8,87	11,66	10,95
МЖФ	20,41	23,86	20,63	19,23	20,85
АЯН	22,36	22,69	21,39	18,92	17,17
ЮЭС	18,71	22,49	21,51	17,99	20,00
Средняя скорость движения маршрута, $V_{д.н.ср.}$	19,03	19,54	18,10	16,95	17,24

Средняя скорость движения маршрута по остановочным пунктам:  
в прямом направлении

$$V_{д.н.ср.} = \frac{16,94+19,25+17,63+17,24+19,44+21,18+21,43}{7} = 19,01,$$

в обратном направлении

$$V_{д.н.ср.} = \frac{14,64+20,41+22,36+18,71}{4} = 19,03.$$

Данные остальных расчетов для прямого и обратного направлений представлены в таблице 3.25, таблице 3.26 соответственно.

Далее по значениям средней скорости движения маршрута, сравнивая их между собой, распределим все время рейса троллейбуса на характерные периоды от начала движения (НД) до конца движения (КД) в прямом (таблица 3.27) и обратном направлениях (таблица 3.28).

После распределения характерных периодов необходимо указать границы соответствующих периодов.

Таблица 3.27 – Характерные периоды в прямом направлении

Характерный период	1	2	3	4	5
Час суток	6:57	8:07	11:25	12:23	15:17
Скорость движения, $V_{д.п.ср.}$	19,01	18,94	21,49	19,73	19,90
Границы периода	НД-8:00	8:00-12:00	12:00-16:00	16:00-17:00	17:00-КД

Таблица 3.28 – Характерные периоды в обратном направлении

Характерный период	1		2	3	4
Час суток	7:32	8:43	11:56	12:51	15:53
Скорость движения, $V_{д.п.ср.}$	19,03	19,54	18,10	16,95	17,24
Границы периода	НД-12:30		14:00-17:00	17:00-18:00	18:00-КД



## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. 7 (7а) троллейбус в Абакане: маршрут и остановки [Электронный ресурс]://2gis. – Режим доступа: [www.2gis.ru](http://www.2gis.ru).
2. Абаканский троллейбус [Электронный ресурс]://Словари и энциклопедии на Академике. – Режим доступа: [www.dic.academic.ru](http://www.dic.academic.ru).
3. Автобусы и троллейбусы Абакана [Электронный ресурс]://Автобусы и троллейбусы Абакана. – Режим доступа: [www.play.google.com](http://www.play.google.com).
4. Городские маршруты [Электронный ресурс]://Пассажирский транспорт в городах России. – Режим доступа: [www.24tr.ru](http://www.24tr.ru).
5. ГОСТ 2.316–2008 Единая система конструкторской документации. Правила нанесения надписей, технических требований и таблиц на графических документах. Общие положения. – Взамен ГОСТ 2.316–68 ;введ.01.07.2009. – Москва: Стандартинформ, 2009. – 12 с.
6. История [Электронный ресурс]://Муниципальное унитарное предприятие г. Абакана «Троллейбусное управление». – Режим доступа: [www.trolleybus-abakan.ru](http://www.trolleybus-abakan.ru).
7. Маршрут №7 (7а) троллейбуса на карте Абакана [Электронный ресурс]://Макси Карта. – Режим доступа: [www.maxi-karta.ru](http://www.maxi-karta.ru).
8. Олейников, А.В. Организация пассажирских перевозок: методические указания к практическим работам / А. В. Олейников, В. А. Васильев; Сиб. федер. ун-т; ХТИ – Филиал СФУ. – Абакан, 2015. – 50 с.
9. Расписание[Электронный ресурс]://Муниципальное унитарное предприятие г. Абакана «Троллейбусное управление». – Режим доступа: [www.trolleybus-abakan.ru](http://www.trolleybus-abakan.ru).
10. СМТ АЭ 003-03 Система стандартизации на автомобильном и городском транспорте. –Введ. 08.05.2003 – Москва : Минтранс России, 2003. – 12с.
11. Соловейчик, М. З., /Организация пассажирских перевозок: учебник для техникумов / М. З. Соловейчик, Т. А. Сотникова – Москва: Транспорт, 1983. — 239 с.
12. Спирин, И.В. Организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками : учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / И.В. Спирин–Москва: Издательский центр «Академия», 2010. – 400 с.
13. Стандартизация в Российской Федерации: [сборник]. – Москва: Стандартинформ, 2007. – 211 с. – Содерж. 12 док.
14. СТО 4.2-07-2014 Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности. –Введ. 01.07.2014. – Красноярск, 2014. – 60с.
15. Троллейбус [Электронный ресурс]://Свободная энциклопедия «Википедия». – Режим доступа: [www.wikipediya.ru](http://www.wikipediya.ru).

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

Расписание движения троллейбусного маршрута №7 (7а) по остановочным пунктам

Таблица А.1 – Выход троллейбуса из депо №791

Скл	Зоо	Поч	Др	Полярная	Др	Поч	Зоо	Скл
		6:48	6:55	7:02-04	7:11	7:18	7:31	7:36
7:37	7:42	7:55	8:02	8:09-12	8:19	8:26	8:39	8:44
8:48	8:53	9:06	9:13	9:20-22	9:29	9:36	<u>депо</u>	
<b>Обед с 9:46 до 11:03</b>								
		11:13	11:2	11:27-28	11:35	11:42	11:54	
	11:55	12:08	12:15	12:22-24	12:31	12:38	12:5	
	12:54	13:07	13:14	13:21-22	13:29	13:36	<u>депо</u>	
<b>Обед с 13:50 до 14:43</b>								
		14:53	15	15:07-10	15:17	15:24	15:37	15:42
15:45	15:5	16:03	16:1	16:17-18	16:25	16:32	16:45	16:5
16:53	16:58	17:11	17:18	17:25	17:32	17:39	17:51	17:56
17:58	18:03	18:16	18:23	18:30-33	18:4	18:47	<u>депо</u>	

Таблица А.2 – Выход троллейбуса из депо №792

Скл	Зоо	Поч	Др	Полярная	Др	Поч	Зоо	Скл
		7:23	7:3	7:37-39	7:46	7:53	8:06	8:11
8:13	8:18	8:31	8:38	8:45-48	8:55	9:02	9:15	9:2
9:23	9:28	9:41	9:48	9:55-57	10:04	10:11	10:24	10:29
10:32	10:37	10:5	10:57	11:04-06	11:13	11:2	<u>депо</u>	
<b>Обед с 11:30 до 12:28</b>								
		12:38	12:45	12:52-53	13:00	13:07	13:19	
	13:2	13:33	13:4	13:47-49	13:56	14:03	14:15	
	14:16	14:29	14:36	14:43	14:5	14:57	<u>депо</u>	
<b>Обед с 15:10 до 16:37</b>								
		16:47	16:54	17:01-03	17:1	17:17	17:3	17:35
17:37	17:42	17:55	18:02	18:09-10	18:17	18:24	18:37	
	18:38	18:51	18:58	19:05	19:12	19:19	<u>депо</u>	

Условные обозначения:

Скл – Складская.

Зоо – Зоопарк.

Поч – Почта.

Др – Дружбы Народов.